

Cite No. 4

第 13100411 號  
初審  
再審 (訴願) 引証附件

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-358052

(P2001-358052A)

(43) 公開日 平成13年12月28日 (2001. 12. 28)

(51) Int. Cl.	識別記号	F I	テーマコード(参考)
H01L 21/027		G03F 7/20	521 5F046
G03F 7/20	521	H01L 21/30	515E
			502G

審査請求 未請求 請求項の数18 OL (全 24 頁)

(21) 出願番号 特願2000-177753(P2000-177753)

(22) 出願日 平成12年8月14日 (2000. 8. 14)

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 中村 元

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ

ノン株式会社内

(74) 代理人 100095991

弁理士 阪本 善朗

Fターム(参考) 5F046 AA28 BA03 CB06 DA03 DB01

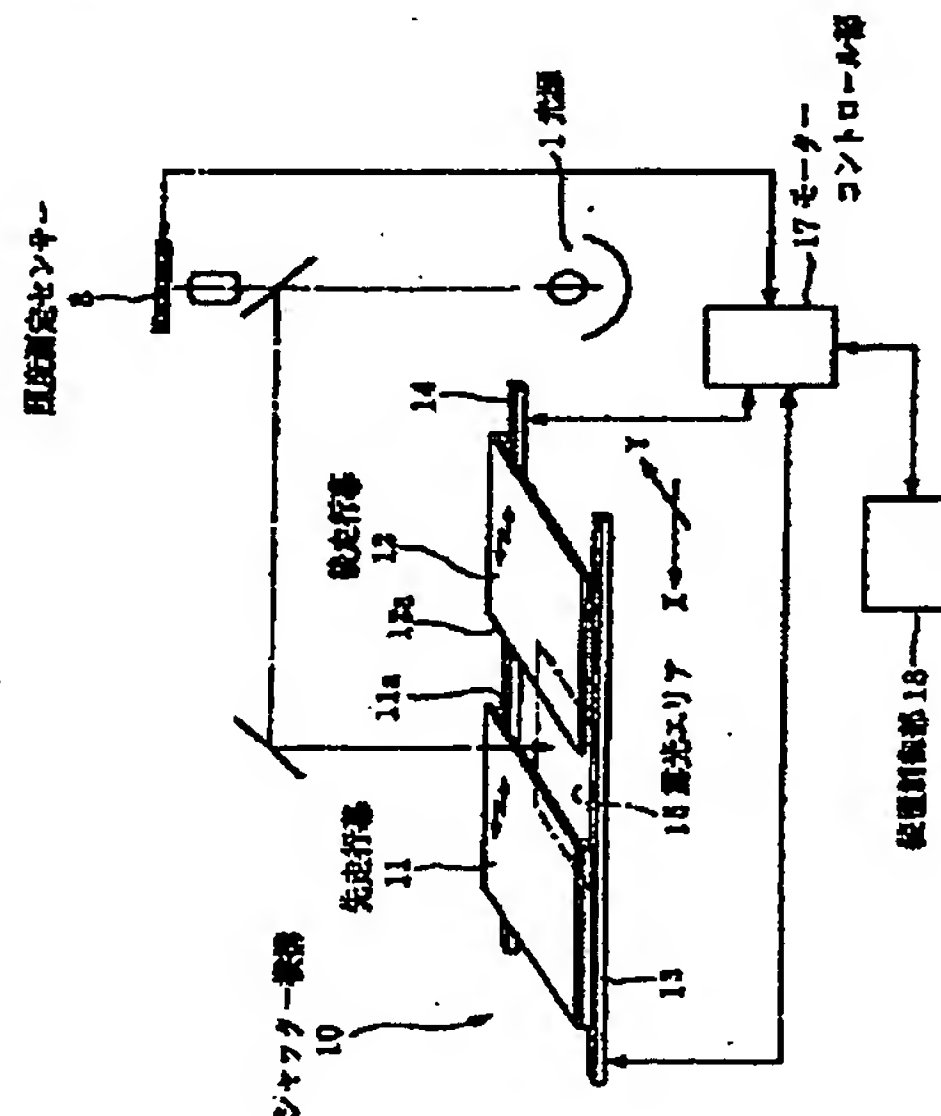
DC01

(54) 【発明の名称】 半導体製造装置および半導体デバイス製造方法

(57) 【要約】

【課題】 透過率を低下させることなく照度むらや露光量の変化をなくし、光学的な経時変化等による露性能の低下から生じる不良半導体素子の製造を防止できかつ装置の運用効率を上げることができる半導体製造装置を提供する。

【解決手段】 光源1からの照明光の遮光動作を行うシャッター機構10を原版面上にまたは原版面と共役な面上に配設し、シャッター機構10をそれぞれ独立して走行可能な先走行幕11と後走行幕12の2枚の遮光幕で構成し、照度測定センサー8により測定される露光エリア15の照度データに基づいて、両走行幕11、12により形成されるスリットのスリット幅や両走行幕11、12の走行速度を変化させて、露光面全面の照度を均一にし、透過率を低下させることなく露光量の変化や照度むらをなくし、不良半導体素子の製造の原因を排除する。



(02) 特開2001-358052(P

1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 光源からの照明光の遮光と透光動作を行う直線移動体で構成されるシャッター機構を原版面上にまたは原版面と共役な面上に配設する半導体製造装置において、前記シャッター機構を先走行幕と後走行幕の2枚の遮光幕で構成し、前記の両走行幕により形成されるスリットのスリット幅および／または前記走行幕の走行速度を変化させて露光を行うことを特徴とする半導体製造装置。

【請求項2】 露光エリアの走行方向の照度データに基づいて、前記後走行幕の速度をその走行中に変化させることを特徴とする請求項1記載の半導体製造装置。

【請求項3】 前記シャッター機構を構成する先走行幕と後走行幕の少なくともいずれか一方の上に照度測定センサーを配置し、該照度測定センサーにより測定される照度データに基づいて、前記先走行幕と後走行幕により形成されるスリットのスリット幅および／または前記走行幕の走行速度を変化させて露光を行うことを特徴とする請求項1または2記載の半導体製造装置。

【請求項4】 前記シャッター機構を構成する先走行幕と後走行幕の上にそれぞれ照度測定センサーを配置し、該照度測定センサーを単独にまたは複数同時に動作させることを特徴とする請求項3記載の半導体製造装置。

【請求項5】 前記照度測定センサーによる露光開始時の照度の測定結果に基づいて、前記スリットのスリット幅および／または前記走行幕の走行速度を変化させることを特徴とする請求項3または4記載の半導体製造装置。

【請求項6】 前記1個または複数個の照度測定センサーによる露光中の照度の測定結果に基づいて、前記スリットのスリット幅および／または前記走行幕の走行速度を変化させることを特徴とする請求項3ないし5のいずれか1項に記載の半導体製造装置。

【請求項7】 光源からの照明光の遮光と透光動作を行う直線移動体で構成されるシャッター機構を原版面上にまたは原版面と共役な面上に配設する半導体製造装置において、前記シャッター機構を先走行幕と後走行幕の2枚の遮光幕で構成し、前記先走行幕上に照度測定センサーを配置し、前記後走行幕の走行端辺を走行方向に変形可能に形成し、前記該照度測定センサーにより測定される照度データに基づいて、前記先走行幕と後走行幕により形成されるスリットのスリット幅および／または前記走行幕の走行速度を変化させ、かつ前記後走行幕の走行端辺の形状を変更させて、露光を行うことを特徴とする半導体製造装置。

【請求項8】 前記照度測定センサーは、前記走行幕の走行方向に対して直交する方向の照度を測定することを特徴とする請求項7記載の半導体製造装置。

【請求項9】 前記照度測定センサーによる露光開始時の照度の測定結果に基づいて、前記後走行幕の走行端辺

2

の形状および前記走行幕の速度を変化させることを特徴とする請求項7または8記載の半導体製造装置。

【請求項10】 前記照度測定センサーによる露光中の照度の測定結果に基づいて、前記後走行幕の走行端辺の形状および前記走行幕の速度を変化させることを特徴とする請求項7ないし9のいずれか1項に記載の半導体製造装置。

【請求項11】 前記後走行幕の走行端辺の形状変化は、前記走行方向に対して直交する方向に並列された複数個の補正用駆動手段により行われることを特徴とする請求項7ないし10のいずれか1項に記載の半導体製造装置。

【請求項12】 請求項1ないし11のいずれか1項に記載の半導体製造装置において、ディスプレイと、ネットワークインターフェイスと、ネットワークアクセス用ソフトウェアを実行するコンピュータとをさらに有し、半導体製造装置の保守情報をコンピュータネットワークを介してデータ通信することを可能にした半導体製造装置。

【請求項13】 前記ネットワークアクセス用ソフトウェアは、前記半導体製造装置のベンダーもしくはユーザーが提供する保守データベースにアクセスするためのユーザーインターフェースを前記ディスプレイ上に提供し、前記コンピュータネットワークに接続されたインターネットまたは専用線ネットワークを介して該データベースから情報を得ることを可能にする請求項12記載の半導体製造装置。

【請求項14】 請求項1ないし13のいずれか1項に記載の半導体製造装置を含む各種プロセス用の製造装置群を半導体製造工場に設置するステップと、前記製造装置群を用いて複数のプロセスによって半導体デバイスを製造するステップとを有することを特徴とする半導体デバイス製造方法。

【請求項15】 前記製造装置群をローカルエリアネットワークで接続するステップと、前記ローカルエリアネットワークと前記半導体製造工場外の外部ネットワークであるインターネットまたは専用線ネットワークとの間で、前記製造装置群の少なくとも1台に関する情報をデータ通信するステップとをさらに有することを特徴とする請求項14記載の半導体デバイス製造方法。

【請求項16】 前記データ通信によって、半導体デバイスの製造者または前記半導体製造装置の供給者が提供するデータベースに前記外部ネットワークを介してアクセスして前記製造装置の保守情報を得、あるいは前記半導体製造工場とは別の半導体製造工場との間で前記外部ネットワークを介してデータ通信して生産管理を行うことを特徴とする請求項14または15記載の半導体デバイス製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

50

(03) 特開2001-358052(P)

3

【発明の属する技術分野】本発明は、光源からの照明光の遮光と透光動作を行うシャッター機構を備えた半導体製造装置および半導体デバイス製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年の半導体素子においては微細化が進み、半導体製造過程では微細加工に伴い半導体素子を製造する半導体製造装置や半導体露光装置についても、ますます微細化加工が可能な環境が必要とされている。また、半導体露光装置については、その生産性、生産効率の向上も叫ばれている。

【0003】このような状況において、その生産性向上のために、高出力の光源装置を使用し、短時間の露光で半導体素子を製造し、生産効率を向上させている。

【0004】従来、半導体露光装置においては、光源から発せられた照明光は、シャッター機構（遮光装置）によって遮光および透光の動作が行われ、素子製作に適した適正露光量で露光されるように制御され、露光光はレチクル等の原板上に描画されたパターン像を光学系を介してウエハ等の基板上に露光する。通常、露光光の光源を大光量の光源に変更して同じ照度の露光光を求めるに際して、照度が上がった分、露光時間を短くして、単位時間当りのウエハ等の基板処理枚数を多くして、生産性をあげ、装置自体の生産効率をアップさせるようにしている。この場合、光源自体が大きくなるために、その照度については照度むらがでやすくなり、また、大光量であるために光学系素子の経時変化が大きくなっている。

【0005】この場合、シャッター機構としては、従来と同様に金属板を使用し、金属板の回転または直線動作により、透光と遮光の動作を行うようにしている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、一般的な半導体製造装置や半導体露光装置においては、前述したように、光学要因等により照度変化や照度むらが必ず発生し、この照度変化や照度むらは、光源が大きくなればなるほど、大きくなっていく。

【0007】このような照度むらや照度の変化を考えると、光源の経時変化や光学系の経時変化という長時間で変化する要因と、大光量化による光源のちらつき、観点の揺らぎ等の光源要因による短時間で変化する要因の2つに分けられる。これらの照度変化や照度むらを確認するために、照度測定センサーでハーフミラー等の光学素子を通して照度を測定し、そして、照度むらを取るための補正用の光学系を光路上に追加して、照度むらをなくす方向に、全体の透過率を落とすような方法が採用されていた。

【0008】この場合、長時間で変化する照度むらについては対応できるが、短時間で変化する照度むらに対応することは不可能である。また、大光量であるがために、照度測定センサーや補正用光学系で使用している光

4

学素子等が劣化するために、絶えず光学系のメンテナンスや補正を行われなければならないという問題が発生していた。さらに、スレーブットを上げるために光源の光量を大きくしているにもかかわらず、逆に透過率を落とすという動きになり、かつ光路上に補正用の光学系を入れるために、光学性能を劣化させる要因を作ることとなり、スレーブットの低下さらには像性能の低下という問題が発生していた。

【0009】そこで、本発明は、前述した従来技術の有する未解決の課題に鑑みてなされたものであって、透過率を低下させることなく照度むらや露光量の変化をなくし、光学的な経時変化等による像性能の低下から生じる不良半導体素子の発生を抑えることができかつ装置の運用効率を上げることができる半導体製造装置、さらに、露光と同時に照度を計測することにより光源要因等による短時間に生じる照度変化にも対応できかつ照度変化により生じる照度むらや露光量の変化を取ることができ、不良半導体素子の発生となる原因を排除することができる半導体製造装置を提供し、そして、半導体デバイス製造方法を提供することを目的とするものである。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明の半導体製造装置は、光源からの照明光の遮光と透光動作を行う直線移動体で構成されるシャッター機構を原板上にまたは原表面と共役な面上に配設する半導体製造装置において、前記シャッター機構を先走行幕と後走行幕の2枚の遮光幕で構成し、前記の両走行幕により形成されるスリットのスリット幅および/または前記走行幕の走行速度を変化させて露光を行うことを特徴とする。

【0011】本発明の半導体製造装置においては、露光エリアの走行方向の照度データに基づいて、前記後走行幕の速度をその走行中に変化させることが好ましい。

【0012】本発明の半導体製造装置においては、前記シャッター機構を構成する先走行幕と後走行幕の少なくともいずれか一方の上に照度測定センサーを配置し、該照度測定センサーにより測定される照度データに基づいて、前記先走行幕と後走行幕により形成されるスリットのスリット幅および/または前記走行幕の走行速度を変化させて露光を行うことが好ましい。

【0013】本発明の半導体製造装置においては、前記シャッター機構を構成する先走行幕と後走行幕の上にそれぞれ照度測定センサーを配置し、該照度測定センサーを単独にまたは複数同時に動作させることが好ましい。

【0014】本発明の半導体製造装置においては、前記照度測定センサーによる露光開始時の照度の測定結果に基づいて、前記スリットのスリット幅および/または前記走行幕の走行速度を変化させることが好ましい。

【0015】本発明の半導体製造装置においては、前記1個または複数個の照度測定センサーによる露光中の照



5

度の測定結果に基づいて、前記スリットのスリット幅および/または前記走行幕の走行速度を変化させることが好ましい。

【0016】また、本発明の半導体製造装置は、光源からの照明光の遮光と透光動作を行う直線移動体で構成されるシャッター機構を原版面上にまたは原版面と共役な面上に配設する半導体製造装置において、前記シャッター機構を先走行幕と後走行幕の2枚の遮光幕で構成し、前記先走行幕上に照度測定センサーを配置し、前記後走行幕の走行端辺を走行方向に変形可能に形成し、前記照度測定センサーにより測定される照度データに基づいて、前記先走行幕と後走行幕により形成されるスリットのスリット幅および/または前記走行幕の走行速度を変化させ、かつ前記後走行幕の走行端辺の形状を変更させて、露光を行うことを特徴とする。

【0017】本発明の半導体製造装置においては、前記照度測定センサーは、前記走行幕の走行方向に対して直交する方向の照度を測定することが好ましい。

【0018】本発明の半導体製造装置においては、前記照度測定センサーによる露光開始時の照度の測定結果に基づいて、前記後走行幕の走行端辺の形状および前記走行幕の速度を変化させることが好ましい。

【0019】本発明の半導体製造装置においては、前記照度測定センサーによる露光中の照度の測定結果に基づいて、前記後走行幕の走行端辺の形状および前記走行幕の速度を変化させることが好ましい。

【0020】本発明の半導体製造装置においては、前記後走行幕の走行端辺の形状変化は、前記走行方向に対して直交する方向に並列された複数の補正用駆動手段により行われることが好ましい。

【0021】本発明の半導体製造装置においては、ディスプレイと、ネットワークインターフェイスと、ネットワークアクセス用ソフトウェアを実行するコンピュータとをさらに有し、半導体製造装置の保守情報をコンピュータネットワークを介してデータ通信することを可能にすることが好ましく、また、前記ネットワークアクセス用ソフトウェアは、前記半導体製造装置のベンダーもしくはユーザーが提供する保守データベースにアクセスするためのユーザーインターフェースを前記ディスプレイ上に提供し、前記コンピュータネットワークに接続されたインターネットまたは専用線ネットワークを介して該データベースから情報を得ることを可能にすることが好ましい。

【0022】さらに、本発明の半導体デバイス製造方法は、前述した半導体製造装置を含む各種プロセス用の製造装置群を半導体製造工場に設置するステップと、前記製造装置群を用いて複数のプロセスによって半導体デバイスを製造するステップとを有することを特徴とする。

【0023】本発明の半導体デバイス製造方法においては、前記製造装置群をローカルエリアネットワークで接

(04) 特開2001-358052(P

6

続するステップと、前記ローカルエリアネットワークと前記半導体製造工場外の外部ネットワークであるインターネットまたは専用線ネットワークとの間で、前記製造装置群の少なくとも1台に関する情報をデータ通信するステップとをさらに有することが好ましい。

【0024】本発明の半導体デバイス製造方法においては、前記データ通信によって、半導体デバイスの製造者または前記半導体製造装置の供給者が提供するデータベースに前記外部ネットワークを介してアクセスして前記製造装置の保守情報を得、あるいは前記半導体製造工場とは別の半導体製造工場との間で前記外部ネットワークを介してデータ通信して生産管理を行うことが好ましい。

【0025】

【作用】本発明の半導体製造装置によれば、シャッター機構をそれぞれ独立して走行可能な先走行幕と後走行幕の2枚の遮光幕で構成し、光源から発せられる照明光の照度を測定する照度測定センサーを用いて、シャッター面での照度むらを検出し、この照度むらに基づいて、先走行幕の走行に続いて所定の時間遅れで走行する後走行幕の走行速度を変更させ、照度むらで照度が大きい部分では速度を速くし、照度が小さい部分では速度を遅くすることによって、露光面全面の照度を均一にすることができ、さらに、照度むら補正用の光学系素子を光路上に追加することなく照度むらをとることが可能となる。

【0026】また、照度むら補正用の光学系素子を光路上に追加しないことにより透過率を低下させることができ、さらに、光学系の劣化に伴う補正やメンテナンスを必要とせず、スルーブットの低下を防ぐことが可能となり、光学的な経時変化等による像性能の低下から生じる不良半導体素子の製造を防ぐことができ、装置の運用効率を向上させることができる。

【0027】加えて、独立して走行する2枚の走行幕により先走行幕が完全に閉状態になる前に後走行幕を動作させて両走行幕によりスリットを形成し、走行中にスリット間隔を変化させることにより、照度むらを取り、かつ、より短時間の露光時間を実現することもできる。

【0028】また、シャッター機構を構成するそれぞれ独立して走行可能な先走行幕と後走行幕の2枚の遮光幕にそれぞれ照度測定センサーを設置し、先走行幕の走行により露光を開始すると同時に先走行幕上の照度測定センサーにより露光エリアの照度を測定して露光エリアの照度むらをリアルタイムで検出し、このリアルタイムに検出した照度むらデータに基づいて、所定の時間遅れで走行する後走行幕の速度を変更させることにより、露光面全面の照度を均一にすることができ、さらに、先走行幕上の照度測定センサーで照度を測定しているために、露光直前の照度を測定することが可能となり、光源要因による短時間で変化する照度の変化や露光量の変化に対応することができ、また、先走行幕と後走行幕のそれぞ

7

れの動作開始時間を調整して事前に必要とされる露光量で露光することができ、不良半導体素子の製造の原因となる露光量の変化や照度むらをなくすることができる。

【0029】さらに、露光エリアの遮光幕面上の照度むらをリアルタイムでかつ格別な光学系素子を光路上に付加することなく測定することができることにより、光学系素子の経時変化を考慮に入れることなく、そして、光学系素子の劣化等に対するメンテナンスや補正をすることなく、露光処理直前の照度や照度むらを的確に測定することが可能となり、さらに、2枚の走行幕の速度を照度測定センサーのリアルタイムの出力に従って変化させることにより、照度補正用の光学系素子を追加することなく照度むらをとることが可能となる。

【0030】また、シャッター機構を構成するそれぞれ独立して走行可能な先走行幕と後走行幕の2枚の遮光幕において、先走行幕上には照度測定センサーを設置し、そして、後走行幕にはその走行端部の形状を変化しうるようにしかつ端部形状を変化させる駆動手段を配することにより、先走行幕の走行により露光を開始すると同時に先走行幕上の照度測定センサーにより露光エリアの照度を測定し、露光エリアの照度むらをリアルタイムでかつ平面的に検出し、このリアルタイムで検出した照度むらデータに基づいて、所定の時間遅れで走行する後走行幕の速度を変更させ、そして、走行方向に直交する方向の照度変化や照度むらについては、後走行幕の走行端部の形状を凸あるいは凹等のような形状に変化させることにより、露光面全面の照度を均一にかつ露光エリア全面の露光量を均一にすることができ、さらに、先走行幕上の照度測定センサーで照度を測定しているために、露光直前の照度を測定することが可能となり、光源要因による短時間で変化する照度の変化や露光量の変化に対応することができ、また、先走行幕と後走行幕のそれぞれの動作開始時間を調整して事前に必要とされる露光量で露光することができる。

【0031】また、原版面上にあるいは原版面と共役な面上の遮光幕面上の照度をリアルタイムに測定し、遮光幕の走行速度を変化させることにより、照度むらや照度の変化を取ることができ、照度補正用の光学系素子を付加する必要がなく、光学系素子の劣化等に対するメンテナンスや補正を不要にし、装置の運用効率を向上させることができる。

【0032】

【発明の実施の形態】本発明の実施の形態を図面に基いて説明する。

【0033】（第1実施例）図1は、本発明の第1実施例の半導体製造装置の構成を示す概略図であり、図2は、本発明の第1実施例の半導体製造装置におけるシャッター機構とその作動制御系を示す概略図であり、図3は、本発明の第1実施例におけるシャッター機構の動作を説明する図であり、図4の（A）および（B）は、本

(05) 特開2001-358052(P)

8

発明の第1実施例におけるシャッター機構において照度むらのない状態での先走行幕と後走行幕の位置および速度の変化を示すタイムチャートであり、図5の（A）および（B）は、本発明の第1実施例におけるシャッター機構において照度むらを補正するための先走行幕と後走行幕の位置および速度の変化を示すタイムチャートである。

【0034】図1に図示する本実施例の半導体製造装置は、レチクル等の原版上のパターンを投影光学系を介してウエハ等の基板上的各ショット領域に露光転写する露光装置であり、半導体パターンの焼き付けを行うための光を発する光源1と、光源1から発せられる光の照明分布を均一な光束に整形して該光束をパターンが描画されているレチクル等の原版3に導く照明光学系2と、レチクル等の原版3を搭載して原版3の位置決めを行う原版ステージ4と、原版3のパターンを露光対象のウエハ等の基板6に投影露光する投影光学系5と、ウエハ等の基板6を搭載して基板6を露光位置へ移動させる基板ステージ7等を備え、さらに、原版3に照射される照明光を遮光および透光する遮光装置としてのシャッター機構10が原版3の面上あるいは原版3の面と共役な面上に配置され、また、光源1からの照明光の照度や照度むらを測定する照度測定センサー8（図2参照）が、照明光学系2のハーフミラーを介して照度を測定するように設けられている。光源1から発せられる照明光は、照明光学系2により照明分布が均一な光束に整形され、光束の遮光および透光動作を行うシャッター機構10を介して、原版ステージ4上に搭載されている原版3を照射し、原版3に描画されているパターンは投影光学系5を介して基板ステージ7上に設置している基板6の各ショット領域に露光転写され、基板6上に半導体パターンの焼付けを行うように構成されている。

【0035】本実施例のシャッター機構10は、図2に図示するように、直線走行形式のシャッター機構であり、先走行幕11と後走行幕12の2枚の遮光幕を備え、通常は、露光エリア（露光開口部）15を先走行幕11が覆い、遮光状態としている。先走行幕11と後走行幕12は、リニアモーター13、14の作動によりそれぞれ直線走行し、それぞれ独立して走行可能に設けられている。また、各リニアモーター13、14にはそれぞれ位置を検出するためのリニアエンコーダー（不図示）が付加されている。なお、本実施例においては、先走行幕11と後走行幕12の作動にリニアモーターを用いているが、独立して走行可能であれば、ギアと回転式モーターおよびエンコーダーの組み合わせ等によって、先走行幕11と後走行幕12を走行させるように構成することもできる。

【0036】先走行幕用リニアモーター13および後走行幕用リニアモーター14は、リニアモータードライバーと位置検知部一体のモーターコントロール部17に接続



9

され、モーターコントロール部17は、さらに、光の照度や照度むらを測定する照度測定センサー8とも接続され、照度測定センサー8から照度情報が入力される。また、モーターコントロール部17は、装置のシーケンス部を制御する装置制御部18とも接続され、装置制御部18から装置の露光量情報をデータとして受け取る。

【0037】以上のように構成される本実施例のシャッター機構10においては、通常は、図3の(a)に示すように、先走行幕11が露光エリア(露光開口部)15を覆い、先走行幕11の右側端部11a(以下、単に端部11aという)が露光エリア15の外で後走行幕12と一部重なり合っており、遮光状態としている。露光処理に際しては、先ず、先走行幕11が走行を開始して、露光エリア15の上を走行方向(X方向)に走行して、図3の(b)に示すように、露光エリア15を透光状態から透光状態にし、光源1から発せられ照明光学系2を介して整形された照明光が原版3に導入され、露光が開始される。一方の後走行幕12は、先走行幕11の走行開始から所定の時間だけ遅れて走行を開始され、図3の(c)に示すように、露光エリア15の上をX方向に走行して、露光エリア15を透光状態から透光状態にする。そして、後走行幕12の左側端部12a(以下、単に端部12aという)は、露光エリア15を通過した後に、図3の(d)に示すように、所定の位置に停止している先走行幕11と重なり合っており、所定の位置に停止される。なお、図3において、 $X_0$ 、 $X_1$ および $X_4$ 、 $X_5$ は、透光状態における先走行幕11の端部11aと後走行幕12の端部12aの右側の停止位置(図3の(a)に示す位置)および左側の停止位置(図3の(d)に示す位置)をそれぞれ示し、 $X_2$ と $X_3$ は露光エリア15のX方向の右側と左側の端部位置を示す。

【0038】次に、本実施例の半導体製造装置の動作について、図1ないし図5を参照して具体的に説明する。

【0039】図1および図2において、装置の光源1は常時点灯状態で使用し、シャッター機構10は、通常、先走行幕11が透光する状態に位置付けられ(図3の(a)参照)、不要な光が露光光学系に導入されないようにしている。

【0040】そして、半導体パターンを露光するに際して、レチクル等の原版3とウエハ等の基板6がそれぞれ原版ステージ4と基板ステージ7の所定の位置にセットされ、露光が可能な状態になると、光源1から発せられ照明光学系2を介して整形された照明光を原版3を介して投影光学系5に導入するため、シャッター機構10は、装置制御部18からの指定された露光時間の露光を行うように、先走行幕11の走行を開始され、シャッター機構10を透光状態から透光状態にし、照明光を原版3に導入する。シャッター機構10が透光状態から透光状態となると、照明光が原版3に導入され露光が開始される。その後、装置制御部18から予め指定された露光

(06) 特開2001-358052(P

10

時間あるいは露光量分だけ露光されると、後走行幕12の走行を開始され、露光エリア15を透光状態から透光状態にし、装置の露光が完了する。半導体パターンの露光は前述した動作を繰り返し行い、基板上の全面に露光を行う。

【0041】次に、先走行幕11と後走行幕12の走行について図3ないし図5を用いて詳細に説明する。

【0042】先ず、露光エリアに照度むらが生じておらず照度むらの補正を行わない状態での先走行幕と後走行幕の動作を、図3およびシャッター機構の先走行幕と後走行幕の位置および速度の変化を示す図4を参照して説明する。なお、このときの照度を $W_0$ とする。

【0043】図3および図4において、露光を行う前の状態では、先走行幕11は、露光エリア15を覆い、先走行幕11の端部11aが露光エリア15の外で後走行幕12と重なり合っており、透光状態を保持している(図3の(a)参照)。この状態から露光を開始する場合、先走行幕11は停止位置( $X_0$ )から走行を開始し、幕速度を加速させ、先走行幕11の端部11aが露光エリア15の右側端部位置( $X_2$ )に達すると、等速 $v_1$ の走行を始める。先走行幕11は、等速 $v_1$ で露光エリア15を走行し(図3の(b)参照)、露光エリア15を、順次、透光状態から透光状態にする。先走行幕11の端部11aが露光エリア15の左側端部位置( $X_3$ )を通過して露光エリア15全体を透光状態にした後に、幕速度を減速し、所定の位置( $X_4$ )に停止する(図3の(c)参照)。この時の先走行幕11の位置と時間の関係を図4の(A)において11Aで示し、先走行幕11の速度と時間の関係を図4の(B)において11Bで示す。

【0044】後走行幕12は、装置制御部18から指定された露光量(例えば、 $W_0 \times T$ )を露光するため、先走行幕11の走行から所定の時間 $T$ だけ遅れて走行を開始する。この時間 $T$ は、先走行幕11の端部11aが露光エリア15の右側端部位置( $X_2$ )を通過して露光を開始した時( $T_2$ )から後走行幕12の端部12aが露光エリア15の右側端部位置( $X_2$ )を通過して透光を開始する時( $T_4$ )までの時間であり、後走行幕12は、露光エリア15の右側端部位置( $X_2$ )において、時間 $T = (T_4 - T_2)$ だけ遅れて走行するようにする。この後走行幕12の走行については、停止位置( $X_1$ )から走行を開始し、幕速度を加速させ、その端部12aが露光エリア15の右側端部位置( $X_2$ )に達すると、等速 $v_1$ の走行を始める。後走行幕12は、等速 $v_1$ で露光エリア15を走行し(図3の(c)参照)、露光エリア15を透光状態から透光状態にする。後走行幕12は、その端部12aが露光エリア15の左側端部位置( $X_3$ )を通過して露光エリア15全体を透光状態にした後に、幕速度を減速し、その端部12aは先走行幕11と重なり合っており、所定の位置( $X_5$ )に停止する。こ

11

の時の後走行幕12の位置と時間の関係を図4の(A)において12Aで示し、後走行幕12の速度と時間の関係を図4の(B)において12Bで示す。

【0045】先走行幕11と後走行幕12を前述したように露光エリア15の領域において同じ速度で走行させることにより、先走行幕11が露光エリア15全体を透光状態にする前(すなわち、先走行幕11の端辺11aが露光エリア15の左側端部位置( $X_0$ )に到達する前)に、後走行幕12が走行を開始すれば、先走行幕11の端辺11aと後走行幕12の端辺12aによってスリット状の開口部が形成され、スリット状の露光も可能となる。先走行幕11が走行を開始してから、後走行幕12が走行を開始するまでの時間を短くすることにより、前記スリット状の露光のスリット幅を細くすることが可能となり、より少ない露光量にも対応することができ

【0046】次に、露光エリアに生じている照度むらに対して補正を行った状態での先走行幕と後走行幕の動作について、図5を用いて説明する。

【0047】露光を行うに際して、照度検知センサー8は、光源1から発せられた照明光の照度を測定し、その測定結果はデータとしてモーターコントロール部17に送られ、モーターコントロール部17において、そのデータに基づいて露光エリア15のどの部分にどのような照度むらがあるかを判断する。本実施例では、図5の(A)に示すように、位置 $X_{01}$ 付近から照度が落ち始め、位置 $X_{02}$ で最小( $W_1$ )となり、位置 $X_{03}$ で周辺の照度( $W_0$ )と同じになる照度のパターンで説明する。

【0048】モーターコントロール部17において照度むらの生じている部分を判定した後、先走行幕11の走行を開始させる。この先走行幕11の動作は、前述した照度むらが無い時と同じ動作を行う。すなわち、先走行幕11は、露光エリア15の外で後走行幕12と重なり合って透光状態を保持している(図3の(a)参照)。先走行幕11は停止位置( $X_0$ )から走行を開始し、幕速度を加速させて、その端辺11aが露光エリア15の右側端部位置( $X_2$ )に達すると、等速 $v_1$ の走行を始める。先走行幕11は、等速 $v_1$ で露光エリア15を走行し(図3の(b)参照)、露光エリア15を透光状態から透光状態にする。先走行幕11が露光エリア15全体を透光状態にし、その端辺11aが露光エリア15の左側端部位置( $X_0$ )を通過した後に、幕速度を減速し、所定の位置( $X_4$ )に停止する(図3の(c)参照)。この時の先走行幕11の位置と時間の関係および先走行幕11の速度と時間の関係は、図4と同じように、図5の(A)における11A、図5の(B)における11Bでそれぞれ示す。

【0049】一方、後走行幕12は、装置制御部18から指定された露光量(例えば、 $W_0 \times T$ )を露光しかつ照度むらを取るために、前述の説明と同様に、先走行幕

(07) 特開2001-358052(P

12

11の走行から所定の時間 $T = (T_4 - T_2)$ だけ遅れて走行を開始する。後走行幕12の走行については、停止位置( $X_1$ )から走行を開始し、幕速度を加速させ、その端辺12aが露光エリア15の右側端部位置( $X_2$ )に達すると、等速 $v_1$ の走行を始める。後走行幕12は等速 $v_1$ で露光エリア15を走行するが、前記照度むらのデータに従い、照度が低下する部分(位置 $X_{01}$ )においては、一定の露光量( $W_0 \times T$ )を露光するために、時間 $T$ を大きく、つまり速度を遅い方向に変化させて、露光量を一定にさせるようにする。通常、露光量( $W_0 \times T$ )において、照度むらにより照度が低下しているときには、時間 $T$ を $\Delta T$ だけ増加させて露光量を一定にする。このため、速度 $v_1$ を照度の低下分を補正するように速度を遅くするように変化させる(図5の(A)および(B)における12Cおよび12D参照)。このとき、先走行幕11が露光エリア15を走行中の場合には、先走行幕11の端辺11aと後走行幕12の端辺12aで作られるスリット状の露光スリットの幅は増加する方向に変化する。この状態で、後走行幕12は走行を行い、照度の低下の傾きに従い速度を変化させる。速度を変化させることにより時間 $\Delta T$ を増加の方向に補正を行い、そして、照度が最低の場所になる直前で、時間 $\Delta T$ を増加させた場合過露光量となるため、速度を $v_1$ に戻す。照度が最低( $W_1$ )の位置(すなわち、位置 $X_{02}$ )においては、露光量は、( $W_0 \times T$ ) = ( $W_1 \times (T + \Delta T)$ )という関係式となり、前記と同じように先走行幕11が露光エリア15を走行中の場合には、先走行幕11の端辺11aと後走行幕12の端辺12aで作られるスリット状の露光スリットの幅は最大となる。その後、照度が増加し、周辺の照度と同じになる位置( $X_{03}$ )まで後走行幕12の速度を増加させる。このとき後走行幕12をこれまでと同じ速度で走行させると、照度が増加したにもかかわらず同じ速度で走行させることは、照度が最低( $W_1$ )であったときの補正を行うこととなり、露光量として過露光量となるために、後走行幕12は速度を増加させて、過露光量分を補正する。すなわち、先走行幕11が露光エリア15を走行中の場合には、先走行幕11と後走行幕12で作られるスリット状の露光スリットの幅を小さくする方向に変化させる。その後、照度が周辺と同じになる位置( $X_{03}$ )において、後走行幕12の走行速度を $v_1$ に戻す。また、このとき先走行幕11が露光エリア15を走行中の場合には、先走行幕11と後走行幕12で作られるスリット状の露光スリットの幅は走行を開始したときと同じスリット幅となる。

【0050】以上のように、後走行幕12は、照度の補正を行いながら走行して、露光エリア15を透光状態から透光状態にする。そして、後走行幕12は、その端辺12aが露光エリア15の左側端部位置( $X_0$ )を通過して露光エリア15全体を透光状態にした後に、幕速度



13

を減速し、その端辺12aは先走行幕11と重なり合っ  
て所定の位置(X<sub>s</sub>)に停止する。この時の後走行幕1  
2の位置と時間の関係および後走行幕12の速度と時間  
の関係は、図5の(A)における12C、図5の(B)  
における12Dでそれぞれ示している。

【0051】なお、先走行幕11が完全に透光状態にな  
ってから後走行幕12が走行を開始した場合であって  
も、先走行幕11と後走行幕12によりスリットを形成  
しながら走行する場合であっても、後走行幕12の走行  
速度と時間の増加ΔTについては、同じように制御を行  
う。

【0052】また、照度の測定を投影光学系を通した基  
板ステージ上に設置した照度測定センサーによって行  
うこともでき、この照度測定センサーによる照度データを  
基にして、前述した実施例と同様に走行幕にて補正を行  
うことができる。この場合には、投影光学系の下で照度  
および照度分布を測定する必要があるが、その他の構成  
や動作および作用は前述した実施例と同様である。

【0053】以上のように本実施例においては、シャッ  
ター機構をそれぞれ独立して走行可能な先走行幕と後走  
行幕の2枚の透光幕で構成し、照度測定センサーによる  
照明光の照度の測定結果に基づいてシャッター面での照  
度むらを検出し、この照度むらに基づいて、先走行幕の  
走行に続いて所定の時間遅れて走行する後走行幕の走行  
速度を変更させ、照度むらで照度が大きい部分では速度  
を速くし、照度が小さい部分では速度を遅くすることに  
より、露光面全面の照度を均一にかつ露光面全面の露光  
量を均一にすることができ、照度むら補正用の光学系素  
子を光路上に追加することなく照度むらをとることが可  
能となる。また、照度むら補正用の光学系素子を光路上  
に追加しないことにより透過率を低下させることなく照  
度むらをなくし、光学系素子の劣化に伴う補正やメンテ  
ナンスを要せず、スループットの低下を防ぐことが可能  
となり、装置の運用効率を向上させることができ、光学  
的な経時変化等による性能の低下を防ぐこともでき  
る。

【0054】加えて、独立して走行可能な2枚の透光幕  
で先走行幕が完全に閉状態になる前に後走行幕を動作さ  
せて両走行幕によりスリットを形成し、走行中にスリッ  
ト間隔を変化させることにより、照度むらを取り、か  
つ、より短時間の露光時間を実現することもできる。

【0055】(第2実施例)図6は、本発明の第2実施  
例の半導体製造装置におけるシャッター機構とその作動  
制御系を示す概略図であり、図7は、本発明の第2実施  
例におけるシャッター機構の動作を説明する図である。

【0056】本実施例の半導体製造装置は、前述した第  
1実施例の半導体製造装置と概略同様に構成されている  
が、シャッター機構の構成および光源から発せられる照  
明光の照度や照度むらを測定する照度測定センサーの設  
置位置を異にするものである。すなわち、図6に図示す

(08) 特開2001-358052(P

14

るように、原版3に照射される照明光を遮光と透光動作  
をする透光装置としてのシャッター機構10は、前述し  
た第1実施例と同様に、原版3の面上あるいは原版3の  
面と共役な面上に配置されているが、光源から発せられ  
る照明光の照度や照度むらを測定する照度測定センサー  
9(9a、9b)はシャッター機構10の2枚の透光幕  
上にそれぞれ設置されている。なお、本実施例におい  
て、前述した第1実施例と同様の部材には同一符号を用  
いて説明する。

【0057】図6に図示する本実施例のシャッター機構  
10においても、前述した第1実施例と同様に、直線走  
行形式のシャッター機構であり、それぞれ独立に走行す  
る先走行幕11と後走行幕12の2枚の透光幕を備え、  
先走行幕11の上で端辺11aに沿って第1の照度測定  
センサー9aが位置付けられ、後走行幕12上でその端  
辺12aに沿って第2の照度測定センサー9bが位置付  
けられている。そして、先走行幕11および後走行幕1  
2はそれぞれリニアモーター13、14により直線走行  
し、これらのリニアモーター13、14にはそれぞれ位  
置を検出するためのリニアエンコーダー(不図示)が付  
加されている。先走行幕用リニアモーター13および後  
走行幕用リニアモーター14は、リニアモータドライバ  
ーと位置検知部一体のモーターコントロール部17に接  
続され、モーターコントロール部17は、さらに、照明  
光の照度や照度むらを測定する照度測定センサー9a、  
9bとも接続されており、照度測定センサー9a、9b  
は、先走行幕11と後走行幕12が露光エリア15内を  
走行する際に、走行しながら露光エリア15における照  
明光の照度を測定し、その測定結果を照度情報としてモ  
ーターコントロール部17に入力する。したがって、モ  
ーターコントロール部17では、リニアエンコーダーに  
よる各走行幕11、12の位置データと照度測定センサ  
ー9a、9bによる照度に関するデータから、露光エリ  
ア15内のどの部分に照度むらが発生しているかを検出  
することができる。また、モーターコントロール部17  
は、装置のシーケンス部を制御する装置制御部18とも  
接続され、装置制御部18から装置の露光量情報をデー  
タとして受け取る。

【0058】以上のように構成される本実施例のシャッ  
ター機構10においては、通常は、図7の(a)に示す  
ように、先走行幕11が露光エリア15を覆い、先走行  
幕11の端辺21aが後走行幕12と重なり合っ、遮  
光状態としている。露光処理に際しては、まず、先走行  
幕11が走行を開始して、露光エリア15の上をX方向  
に走行して、図7の(b)に示すように、露光エリア1  
5を、順次、遮光状態から透光状態にし、光源1から発  
せられ照明光学系2を介して整形された照明光が原版3  
に導入され、露光が開始される。この先走行幕11の走  
行に際して、先走行幕11上の第1の照度測定センサー  
9aが露光エリア15を移動する際に照度測定を行うよ



(09) 特開2001-358052(P)

15

うにし、露光エリア15の照度を走行しつつ測定する。そして、装置制御部18から予め指定された露光時間あるいは露光量分だけ露光されると、後走行幕12の走行が開始され、図7の(c)に示すように、露光エリア15の上をX方向に走行して、露光エリア15を透光状態から遮光状態にし、装置の露光が完了する。そして、後走行幕12の端辺12aは、露光エリア15を通過した後に、図7の(d)に示すように、所定の位置に停止している先走行幕11と重なり合って所定の位置に停止される。

【0059】また、引き続き露光を行うときには、前回露光した走行幕の状態から後走行幕12と後走行幕12上の第2の照度測定センサー9bが、先走行幕11と第1の照度測定センサー9aに変わる動作を行い、そして、逆方向に走行する。すなわち、先ず、後走行幕12が走行し、第2の照度測定センサー9bで露光エリア15における照度を測定しつつ露光エリア15を透光状態から透光状態にするように動作を続ける。なお、図7において、 $X_0$ 、 $X_1$  および  $X_4$ 、 $X_5$  は、先走行幕11の端辺11aと後走行幕12の端辺12aの右側の透光状態における停止位置(図7の(a)に示す位置)および左側の停止位置(図7の(d)に示す位置)をそれぞれ示し、 $X_2$  と  $X_3$  は露光エリア15のX方向の右側と左側の端部位置を示す。

【0060】次に、本実施例の半導体製造装置の動作について説明する。図6において、装置の光源1は常時点灯状態で使用し、シャッター機構10は通常先走行幕11が露光する状態に位置付けられ(図7の(a)参照)、不要な光が露光光学系に導入されないようにしている。そして、半導体パターンを露光するに際して、図1に図示するように、レチクル等の原版3とウエハ等の基板6がそれぞれ原版ステージ4と基板ステージ7の所定の位置にセットされ、露光が可能な状態になると、光源1から発せられた照明光を原版3に導入するため、シャッター機構10は、装置制御部18からの指定された露光時間の露光を行うように、先走行幕11の走行を開始され、同時に第1の照度測定センサー9aで露光エリア15の照度の測定を開始し、シャッター機構10を透光状態から透光状態にして、照明光を原版3に導入する。

【0061】シャッター機構10が透光状態から透光状態となると、照明光は原版3に導入され露光が開始される。露光が開始され装置制御部18から予め指定された露光時間あるいは露光量分だけ露光されると、装置制御部18は後走行幕12の走行を開始させ、露光エリア15を透光状態から透光状態にし、装置の露光が完了する。その後、引き続き露光を行うべくステージが次の露光ステップに移動すると、前回露光した走行幕の状態から後走行幕12と後走行幕12上の第2の照度測定センサー9bが先走行幕11と第1の照度測定センサー9a

16

に変わる動作を行うようにし、そして、走行幕の走行方向を逆にする。すなわち、先ず、後走行幕12の走行が開始され、第2の照度測定センサー9bで照度を測定しつつ露光エリア15を透光状態から透光状態にするように動作を続ける。このように半導体パターンの露光の動作を繰り返し行い、基板上の全面に露光を行う。

【0062】本実施例における先走行幕11と後走行幕12の走行については、前述した第1実施例と略同様であり、第1実施例における図4および図5を参照して説明する。先ず、照度むらの補正を行わない状態での先走行幕と後走行幕の動作について、シャッター機構の先走行幕と後走行幕の位置および速度の変化を示す図4を参照して説明する。

【0063】露光を行う前の状態では、先走行幕11は、露光エリア15を覆い、先走行幕11の端辺11aが露光エリア15の外で後走行幕12と重なり合って、透光状態を保持している(図7の(a)参照)。この状態から露光を開始する場合、先走行幕11はその停止位置( $X_0$ )から走行を開始し、幕速度を加速させ、先走行幕11の端辺11aが露光エリア15の右側端部位置( $X_2$ )に達すると、等速 $v_1$ の走行を始め、同時に、第1の照度測定センサー9aを動作させ照度の測定を開始させる。先走行幕11は、等速 $v_1$ で露光エリア15を走行し(図7の(b)参照)、露光エリア15を、順次、透光状態から透光状態にし、同時に第1の照度測定センサー9aにおいて照度測定を行い、露光エリア15の照度および照度の変化から照度むらを測定する。先走行幕11が露光エリア15全体を透光状態にし、その端辺11aが露光エリア15の左側端部位置( $X_3$ )を通過した後に、第1の照度測定センサー9aの動作を停止させて照度測定を終了させ、そして、先走行幕11は幕速度を減速し、所定の位置( $X_4$ )に停止する(図7の(c)参照)。

【0064】後走行幕12は、第1の照度測定センサー9aで測定される照度データに基づいて装置制御部18から指定された露光量(例えば、 $W_0 \times T$ )を露光するため、先走行幕11から所定の時間Tだけ遅れて走行を開始する。この時間Tは、先走行幕11の端辺11aが露光エリア15の右側端部位置( $X_2$ )を通過して露光を開始した時( $T_2$ )から後走行幕12の端辺12aが露光エリア15の右側端部位置( $X_3$ )を通過して透光を開始する時( $T_4$ )までの時間に対応し、後走行幕12は、露光エリア15の右側端部位置( $X_3$ )において、時間 $T = (T_4 - T_2)$ だけ遅れて走行するようにする。なお、先走行幕11上の第1の照度測定センサー9aで測定した照度データによって時間Tの補正を行う。この後走行幕12の走行については、停止位置( $X_5$ )から走行を開始し、先走行幕11と同様に、幕速度を加速させ、その端辺12aが露光エリア15の右側端部位置( $X_3$ )に達すると、等速 $v_2$ の走行を始める。

17

後走行幕12は、等速 $v_1$ で露光エリア15を走行し（図7の(c)参照）、露光エリア15を透光状態から遮光状態にする。後走行幕12は、その端辺12aが露光エリア15の左側端部位置( $X_3$ )を通過して露光エリア15全体を遮光状態にした後に、幕速度を減速し、その端辺12aは先走行幕11と重なり合って所定の位置( $X_4$ )に停止する。この時の先走行幕11と後走行幕12の位置および時間の関係は、図4の(A)における11A、12Aに対応し、後走行幕12の速度と時間の関係は図4の(B)における11B、12Bに対応する。

【0065】先走行幕11と後走行幕12を前述したように露光エリア15の領域において同じ速度で走行させることにより、先走行幕11が、露光エリア15全体を透光状態にする前（すなわち、先走行幕11の端辺11aが露光エリア15の左側端部位置( $X_3$ )に到達する前）に、後走行幕12が走行を開始すれば、先走行幕11の端辺11aと後走行幕12の端辺12aによってスリット状の露光も可能となる。先走行幕11が走行を開始してから、後走行幕12が走行を開始するまでの時間を短くすることにより、前記スリット状の露光のスリット幅を細くすることが可能となり、より少ない露光量にも対応することができる。また、先走行幕11が走行を開始してから、後走行幕12が走行を開始するまでの時間 $T$ を、先走行幕11が走行を開始してから照度測定センサー9aの照度測定データを使用して決定することができるため、光源要因による短時間の照度変化に対応することが可能となる。

【0066】次に、照度むらの補正を行った状態での先走行幕と後走行幕の動作について、第1実施例における図5を参照して説明する。

【0067】露光を開始するに際して、先走行幕11は前述した照度むらが無い時と同じ動作を行う。すなわち、先走行幕11は、露光エリア15の外で後走行幕12と重なり合って遮光状態を保持している（図7の(a)参照）。この状態から露光を開始する場合、先走行幕11は停止位置( $X_0$ )から走行を開始し、幕速度を加速させ、その端辺11aが露光エリア15に達する（位置 $X_2$ ）と、等速 $v_1$ の走行を始め、第1の照度測定センサー9aを動作させ照度の測定を開始させる。先走行幕11は、等速 $v_1$ で露光エリア15を走行し、露光エリア15を透光状態から透光状態にし、同時に第1の照度測定センサー9aにおいて照度測定を行い、露光エリア15の照度および照度の変化から照度むらを測定する。先走行幕11が露光エリア15を透光状態にし、その端辺11aが露光エリア15の左側端部位置( $X_3$ )を通過した後に、第1の照度測定センサー9aの動作を停止させて照度測定を終了させ、そして、先走行幕11は幕速度を減速し、所定の位置( $X_4$ )に停止する（図7の(c)参照）。この時の先走行幕11の位置と

(10) 特開2001-358052(P)

18

時間の関係および先走行幕11の速度と時間の関係は、図5の(A)における11A、図5の(B)における11Bにそれぞれ対応する。

【0068】この先走行幕11の一連の動作において、第1の照度測定センサー9aにより測定された露光エリア15の照度および照度の変化に関する照度データ（図5の(A)に示す照度パターン）はモーターコントロール部17に送られ、モーターコントロール部17において、そのデータと先走行幕11の位置データに基づいてリアルタイムに露光エリア15のどの部分に照度むらがあるかを判断する。

【0069】後走行幕12は、第1の照度測定センサー9aにより測定される照度データに基づいて装置制御部18から指定された露光量（例えば、 $W_0 \times T$ ）を露光しかつ照度むらを取るために、先走行幕11の走行から所定の時間 $T = (T_0 - T_2)$ だけ遅れて露光エリア15の走行を開始する。後走行幕12の走行については、停止位置( $X_1$ )から走行を開始し、幕速度を加速させ、その端辺12aが露光エリア15の右側端部位置( $X_2$ )に達すると、等速 $v_1$ の走行を始める。後走行幕12は、等速 $v_1$ で露光エリア15を走行するが、前記照度むらのデータに従い、照度が低下する部分（位置 $X_{01}$ ）において、一定の露光量（ $W_0 \times T$ ）を露光するために、時間 $T$ を大きく、つまり速度を遅い方向に変化させて、露光量を一定にさせるようにする。通常、露光量（ $W_0 \times T$ ）において、照度むらにより照度が低下しているときには、時間 $T$ を $\Delta T$ だけ増加させて露光量を一定にする。このため、速度 $v_1$ を照度の低下分を補正するように速度を変化させる（図5の(A)および(B)における12Cおよび12D参照）。このとき、

先走行幕11が露光エリア15を走行中の場合には、先走行幕11と後走行幕12で作られるスリット状の露光スリットの幅は増加する方向に変化する。この状態で、後走行幕12は走行を行い、照度の低下の傾きに従い速度を変化させる。速度を変化させることにより時間 $\Delta T$ を増加の方向に補正を行い、そして、照度が最低の部分になる直前で、時間 $\Delta T$ を増加させた場合過露光量となるため、速度を $v_1$ に戻す。照度が最低（ $W_1$ ）の場所、すなわち位置 $X_{01}$ においては、露光量は、 $(W_0 \times T = W_1 \times (T + \Delta T))$ という関係式となり、前記と同じように先走行幕11が露光エリア15を走行中の場合には、先走行幕11と後走行幕12で作られるスリット状の露光スリットの幅は最大となる。その後、照度が増加し、周辺の照度と同じになる位置 $X_{02}$ まで後走行幕12の速度を増加させる。このとき後走行幕12を同じ速度で走行させると、照度が増加したにもかかわらず同じ速度で走行させることは、照度が最低（ $W_1$ ）であったときの補正を行うこととなり、露光量として過露光量となるために、後走行幕12は速度を増加させて、過露光量分を補正する。すなわち、先走行幕11が露光エリ



(11) 特開2001-358052(P

19

ア15を走行中の場合には、先走行幕11と後走行幕12で作られるスリット状の露光スリットの幅を小さくする方向に変化させる。その後、照度が周辺と同じになる位置 $X_{12}$ において、後走行幕12の走行速度を $v_1$ に戻す。また、このとき先走行幕11が露光エリア15を走行中の場合には、先走行幕11と後走行幕12で作られるスリット状の露光スリットの幅は走行を開始したときと同じスリット幅となる。以上のように、後走行幕12は、照度の補正を行いながら、露光エリア15を透光状態から透光状態にする。後走行幕12が、露光エリア15全体を透光状態にした後、幕速度を減速し、先走行幕11と重なり合い、所定の位置( $X_0$ )に停止する。この時の後走行幕12の位置と時間の関係および後走行幕12の速度と時間の関係は、図5の(A)における12C、図5の(B)における12Dにそれぞれ対応する。

【0070】露光エリア15の露光が完了しステージが次の露光ステップに移動すると、前回露光した走行幕の状態から後走行幕12と後走行幕12上の第2の照度測定センサー9bが先走行幕11と第1の照度測定センサー9aの動作を行い、そして、走行幕の走行方向を逆にする。すなわち、先ず、後走行幕12が走行し、第2の照度測定センサー9bで照度および照度変化を測定しつつ露光エリア15を透光状態から透光状態にするように動作をし、第2の照度測定センサー9bにより測定される照度むらデータに基づいて先走行幕11の走行を制御する。

【0071】なお、先走行幕11と後走行幕12がスリットを形成しながら走行する場合においても、先走行幕11が完全に開いた状態から後走行幕12が走行を開始した場合においても、後走行幕12の走行速度と時間の増加 $\Delta T$ については、同じように制御を行うことができる。

【0072】前述した第2実施例においては、先走行幕11と後走行幕12にそれぞれ第1および第2の照度測定センサー9a、9bを取り付けているけれども、露光エリア15における照度の測定は、先行する走行幕に取り付けられている照度測定センサーのみにより行い、その測定データに基づいて他方の後行する走行幕の走行速度を変化させるようにその走行を制御し、露光量を一定となるようにしているが、第1および第2の照度測定センサー9a、9bをそれぞれの走行幕11、22の走行時に作動させて両照度測定センサー9a、9bにより露光エリア15における照度の測定を行うことにより、走行幕の走行の制御および露光量の制御をより一層精度良く行うことができる。

【0073】すなわち、先走行幕11は、透光状態から走行を開始し、露光エリア15において、等速 $v_1$ での走行に際して、第1の照度測定センサー9aを動作させ照度の測定を開始させ、第1の照度測定センサー9aにより、露光エリア15の照度および照度の変化から照度

20

むらを測定する。そして、先走行幕11が露光エリア15を透光状態にした後に、第1の照度測定センサー9aの動作を停止させて照度測定を終了させる。一方、後走行幕12は、第1の照度測定センサー9aで測定される照度データに基づいて装置制御部18から指定された露光量( $W_0 \times T$ )を露光するため、先走行幕11から所定の時間 $T = (T_0 - T_2)$ だけ遅れて走行を開始し、露光エリア15における等速 $v_1$ での走行に際して、後走行幕12上の第2の照度測定センサー9bの動作を開始させ、第2の照度測定センサー9bで露光エリア15における照度を測定させながら、露光エリア15を走行にする。このように、後走行幕12の走行と同時に、第2の照度測定センサー9bを動作させて露光エリア15における照度を測定することにより、第1の照度測定センサー9aで測定された照度 $W_0$ に変化がないか、そして、第2の照度測定センサー9bの出力により露光エリア15全面における露光量が正確に満足されているかを確認することができる。

【0074】また、照度むらの補正を行う場合においても、先走行幕11が露光エリア15において等速 $v_1$ で走行する際に第1の照度測定センサー9aにより照度を測定し露光エリア15の照度むらを測定する。この先走行幕11の走行により第1の照度測定センサー9aにより測定される照度に関するデータと先走行幕の位置データにより、リアルタイムに露光エリア15のどの部分に照度むらがあるか判断される。この照度むらのデータに基づいて、後走行幕12の走行が制御される。そして、後走行幕12が露光エリア15を走行する際に後走行幕12上の第2の照度測定センサー9bにて後走行幕12の走行している位置の照度を測定する。このとき、後走行幕12が露光エリア15を走行するが、前記照度むらのデータに従い、照度むらで照度が大きい部分では速度を速くし、照度が小さい部分では速度を遅くすることにより、露光量を一定にするようにする。このため、速度を照度むらを補正するように変化させる。これと同時に、後走行幕12上の第2の照度測定センサー9bにて後走行幕12の位置の照度を測定し、速度と照度の関係から、露光量が一定でかつ要求された露光量であることを確認する。もし、露光量が一定でない場合、また、要求された露光量と異なるような場合、例えば、露光中に光源の照度低下があった時には、後走行幕12の速度をさらに変えて、露光量が一定でかつ要求された露光量となるように露光量( $W_0 \times T$ )の時間 $T$ を制御すべく後走行幕12の速度の制御を行う。例えば、先走行幕11が露光エリア15を走行中の場合には、先走行幕11と後走行幕12で作られるスリット状の露光スリットの幅を増加あるいは減少する方向に変化させる。後走行幕12はこの状態で走行を行い、照度の低下あるいは増加の傾きに従い速度を変化させる。速度を変化させることにより時間 $\Delta T$ を増加あるいは減少の方向に補正すること



21

ができる。また、例えば、先走行幕11上の第1の照度測定センサー9aで測定された照度むらデータに光源要因による照度変化の要因が複合した場合、後走行幕12上の第2の照度測定センサー9bで測定した照度データにしたがって後走行幕12の速度を変化させて、露光量が一定でかつ要求された露光量となるように露光量(W・XT)の時間Tを制御すべく後走行幕12の速度の制御を行う。このように、第1の照度測定センサー9aにより測定される照度むらデータと、後走行幕12の走行している位置の情報および後走行幕12上の第2の照度測定センサー9bにより測定される照度とから、要求される露光量でかつ一定の露光量になるように、後走行幕12の走行を制御し補正することができる。

【0075】以上のように、本実施例においては、シャッター機構を構成するそれぞれ独立して走行可能な先走行幕と後走行幕の2枚の透光幕にそれぞれ光源から発せられる照明光の照度を測定する照度測定センサーを設置し、先走行幕の走行を開始させて露光を開始するとき先走行幕上の照度測定センサーにより露光エリアの照度を測定し、露光エリアの照度むらをリアルタイムで検出し、このリアルタイムで検出した照度むらデータに基づいて、所定の時間遅れで走行させる後走行幕の速度を変更させて、照度むらで照度が大きい部分では速度を速くし、照度が小さい部分では速度を遅くすることにより、露光面全面の照度を均一にかつ露光量全面の露光量を均一にすることができ、さらに、先走行幕上の照度測定センサーで照度を測定しているために、露光直前の照度を測定することが可能となり、光源要因による短時間の照度の変化や露光量の変化に対応することができ、先走行幕と後走行幕のそれぞれの動作開始時間を調整して事前に必要とされる露光量で露光することができる。さらに、露光エリアの透光幕面上の照度むらをリアルタイムでかつ光学系素子を光路上に付加することなく測定することができることにより、光学系素子の経時変化を考慮に入れることなく、また、光学素子の劣化等に対するメンテナンスや補正をすることなく、露光処理直前の照度や照度むらを測定することが可能となり、さらに2枚の走行幕の速度を照度測定センサーのリアルタイムの出力に従って変化させることにより、照度補正用の光学系素子を追加することなく照度むらをとることが可能となり、不良素子の製造となる原因となる露光量の変化や照度むらを精度良くなくすことができる。

【0076】(第3実施例) 図8は、本発明の第3実施例の半導体製造装置におけるシャッター機構とその作動制御系を示す概略図であり、図9は、本発明の第3実施例におけるシャッター機構の動作を説明する図であり、図10は、本発明の第3実施例における露光エリア内に生じている照度むらの一例を示す図であり、同(A)は露光エリアと後走行幕の関係を示す平面図であり、露光エリア内に生じている照度むらを斜線を施して示し、同

(12) 特開2001-358052(P

22

(B)は露光エリア内における走行方向の照度の変化を示す図であり、同(C)は露光エリア内における走行方向に直交する方向の照度の変化を示す図であり、図11の(A)および(B)は、本発明の第3実施例におけるシャッター機構において照度むらのない状態での先走行幕と後走行幕の位置および速度の変化を示すタイムチャート、同(C)は後走行幕端辺の変形速度の変化を示すタイムチャートであり、図12の(A)および(B)は、本発明の第3実施例におけるシャッター機構において照度むらの状態を補正するための、先走行幕と後走行幕の位置および速度の変化を示すタイムチャート、同(C)は後走行幕端辺の変形速度の変化を示すタイムチャートである。

【0077】本実施例の半導体製造装置は、前述した第2実施例の半導体製造装置と略同様に構成され、照明光の照度を測定する照度測定センサーは先走行幕上に設置されているが、後走行幕は、その端辺形状を照度むらに相応して変化させることができるように構成されている点で、前述した第2実施例と相違する。なお、本実施例においても、前述した第1および第2の実施例と同様の部材には同一符号を用いて説明する。

【0078】本実施例の半導体製造装置においては、図8に図示するように、原版3に照射される照明光を透光および透光する透光装置としてのシャッター機構10は、前述した第2実施例と同様に、原版3の面上あるいは原版3の面と共役な面上に配置された直線走行形式のシャッター機構であり、それぞれ独立して走行する先走行幕11と後走行幕12の2枚の透光幕を備え、先走行幕11の上には、光の照度を測定する照度測定センサー9aが位置付けられ、この照度測定センサー9aは先走行幕11の端辺11aに沿って走行方向(X方向)に対して直交する方向(Y方向)に延びるように配置され、Y方向の範囲にわたって照明光の照度を測定できるように形成されている。また、後走行幕12上には、その走行端辺に沿ってY方向に延びX方向に変形可能な端辺部材12bが配置され、端辺部材12bの形状を変化させるための複数個(図においては3個)の補正用駆動手段20(20a、20b、20c)が搭載され、これらの補正用駆動手段20はそれぞれモーターとボールねじのセットで構成され、モーターの回転によりボールねじを伸縮させてボールねじの先端部を結合した端辺部材12bの部位をX方向に移動させ、端辺部材12bの形状を変化させることができるように形成されている。各補正用駆動手段20a、20b、20cは、モーターコントロール部17に接続され、それぞれ独立に動作するように構成され、露光エリア15に生じている照度むらに依りて、各補正用駆動手段20a、20b、20cを個別に独立して動作させることにより、端辺部材12bの形状をX方向に凸形、凹形、波型、あるいは直線状にそしてY方向に対して角度をもった直線状等に変えることを可

23

能にする。

【0079】図8に図示する本実施例のシャッター機構10においては、前述した第1および第2の実施例と同様に、先走行幕11および後走行幕12はそれぞれリニアモーター13、14により直線走行し、これらの先走行幕11と後走行幕12はそれぞれ独立して走行可能に設けられている。また、各リニアモーター13、14にはそれぞれ位置を検出するためのリニアエンコーダー

(不図示)が付加されている。先走行幕用リニアモーター13および後走行幕用リニアモーター14は、リニアモータードライバーと位置検知部一体のモーターコントロール部17に接続され、モーターコントロール部17は、さらに、先走行幕11の上に位置付けられている照度測定センサー9aとも接続されており、先走行幕11が露光エリア15を走行する際に走行しながら照度を測定する照度測定センサー9aから照度情報が入力される。したがって、モーターコントロール部17では、リニアエンコーダーによる先走行幕11の位置に関するデータと照度測定センサー9aの照度情報に関するデータから、露光エリア15内のどの部分に照度むらが発生しているかを検知することができる。また、モーターコントロール部17は、装置のシーケンス部を制御する装置制御部18とも接続され、装置制御部18から装置の露光量情報をデータとして受け取る。

【0080】次に、本実施例の補正対象となる露光エリア内に生じている照度むらの一例について図10を用いて説明する。

【0081】図10は、露光エリア内に生じている照度むらの一例を示す図であり、同(A)は露光エリア15と後走行幕12の関係を示す平面図であり、露光エリア15において照度むらが生じている部分に斜線を施して示し、同(B)は走行方向(X方向)の照度の変化を示し、実線はY方向周辺部( $Y=Y_2$ 、 $Y_4$ )における照度変化を示し、破線はY方向中央部( $Y=Y_3$ )における照度変化を示し、同(C)はY方向の照度の変化を示し、実線は照度変化のない部分( $X=X_2$ 等)の照度、破線は $X=X_{11}$ 、 $X_{13}$ における照度変化、一点鎖線はX方向中央部( $X=X_{12}$ )における照度変化を示す。

【0082】図10に示す照度むらにおいて、X方向の照度では、同(B)に示すように、露光エリア15の端部位置 $X_2$ から位置 $X_{10}$ までは、Y方向の周辺部と中央部とともに均一な照度分布となっており、位置 $X_{10}$ からY方向の中央部の照度が徐々に低下している(破線)。このとき、Y方向の周辺部は、実線で示すように、位置 $X_2$ と同じ照度を保っており、位置 $X_{11}$ において低下し、位置 $X_{12}$ にて最小となっている。その後、Y方向の周辺部については、照度が上昇し、位置 $X_{13}$ において最初の照度(位置 $X_2$ と同じ照度)となっており、その後、Y方向の周辺部の照度については位置 $X_{13}$ から位置 $X_3$ までは均一な照度となっている。また、Y方向の中

(13) 特開2001-358052(P

24

央部をみると、位置 $X_{10}$ から徐々に低下した照度は、位置 $X_{11}$ から位置 $X_{13}$ まで一定の照度となり、そして、位置 $X_{13}$ にて上昇を始め、位置 $X_{14}$ で周辺部の照度と同じになり、位置 $X_{14}$ から位置 $X_3$ までは位置 $X_2$ と同じ照度で移行している。

【0083】Y方向の照度変化を見ると、同(C)に示すように、X方向の位置 $X_{11}$ 、 $X_{13}$ においては、破線で示すように、位置 $Y_2$ から位置 $Y_3$ までは一定の照度で推移し、位置 $Y_3$ から照度が低下し、位置 $Y_4$ で照度が最低となり、その後、照度は上昇し、位置 $Y_4$ にて位置 $Y_2$ と同じ照度になり、その後照度は一定に推移する。また、X方向の中央部(位置 $X_{12}$ )においては、一点鎖線で示すように、位置 $Y_2$ から位置 $Y_3$ まで一定で最低の照度で推移している。

【0084】また、後走行幕12の端部部材12bの形状を変更するための補正用駆動手段20a、20b、20cは、同(A)に示すように、露光エリア15のY方向の幅に対応してその中央部と両周辺部にそれぞれ配置されており、中央部には補正用駆動手段20bが配置され、両周辺部には補正用駆動手段20a、20cが配置されている。

【0085】次に、本実施例の半導体製造装置の動作について具体的に説明する。

【0086】図8において、半導体パターンを露光する場合、装置の光源1は常時点灯状態で使用し、シャッター機構10は通常先走行幕11が透光する状態に位置付けられ(図9の(a)参照)、不要な光が露光光学系に導入されないようにしている。そして、半導体パターンを露光するに際して、前述した実施例と同様に、レチクル等の原版3とウエハ等の基板6がそれぞれ原版ステージ4と基板ステージ7の所定の位置にセットされ、露光が可能になると、光源1から発せられた照明光を原版3に導入するため、シャッター機構10は、装置制御部18からの指定された露光時間の露光を行うように、先走行幕11の走行が開始され、透光状態から透光状態にして、照明光を原版3に導入して、露光が開始される。このとき、同時に先走行幕11上の照度測定センサー9aで露光エリア15の照度の測定を行う。露光が開始され装置制御部18から予め指定された露光時間あるいは露光量分だけ露光されると、装置制御部18は後走行幕12の走行を開始させ、露光エリア15を透光状態から透光状態にし、装置の露光が完了する。この後走行幕12の走行に際しては、後走行幕12に配置されている補正用駆動手段20a~20cはそれぞれ独立して動作し、後走行幕12の端部部材12bの補正を行う。しかし、露光エリアに照度むらが生じていない場合には補正を行わず、後走行幕12の端部部材12bは直線状でかつ走行方向(X方向)に対して直交するように位置付けられる。補正用駆動手段20a~20cは露光エリア15に生じている照度むらに応じて個別に独立して動



(14) 特開2001-358052(P)

25

作させることにより、後走行幕12の端部材12bを直線状から凸形、凹形、波型、あるいは走行方向に対して傾きを持った直線状等に端部形状を変えることが可能である。このような半導体パターン露光の動作を繰り返し行い、基板上の全面に露光を行う。

【0087】次に、先走行幕11と後走行幕12の走行について詳細に説明する。まず、照度むらの補正を行わない状態での先走行幕と後走行幕の動作をシャッター機構の先走行幕と後走行幕の位置および速度の変化を示すタイムチャートおよび後走行幕の端部材の変形速度の変化を示すタイムチャートである図11を参照して説明する。なお、このときの照度をWとする。

【0088】図11において、露光を行う前の状態では、先走行幕11は、露光エリア15の外でその端部11aが後走行幕12の端部材12bに当接して、透光状態を保持している(図9の(a)参照)。この状態において、後走行幕12の補正用駆動手段20a~20cは補正なしの状態では後走行幕12の端部材12bは走行(X)方向に対し直交する直線状に位置付けられている。この状態から露光を開始する場合、先走行幕11は、停止位置(X<sub>1</sub>)から走行を開始して幕速度を加速させ、先走行幕11の端部11aが露光エリア15の右側端部位置(X<sub>2</sub>)に達すると、等速v<sub>1</sub>の走行を始め、同時に照度測定センサー9aを動作させ露光エリア15における照度の測定を開始させる。先走行幕11は、等速v<sub>1</sub>で露光エリア15を走行し(図9の(b)参照)、露光エリア15を透光状態から透光状態にするとともに、照度測定センサー9aにより照度測定を行い、露光エリア15の照度および照度の変化から照度むらを測定する。先走行幕11が露光エリア15を透光状態にし、その端部11aが露光エリア15の左側端部位置(X<sub>3</sub>)を通過した後に、照度測定センサー9aの動作を停止させて照度測定を終了させ、そして、幕速度を減速し、所定の位置(X<sub>4</sub>)に停止する(図9の(c)参照)。この時の先走行幕11の位置と時間の関係を図11の(A)において11Aで示し、先走行幕11の速度と時間の関係を図11の(B)において11Bで示す。

【0089】後走行幕12は、照度測定センサー9aで測定される露光エリア15の照度データに基づいて装置制御部18から指定された露光量(W<sub>0</sub>×T)を露光するため、先走行幕11から所定の時間T=(T<sub>4</sub>-T<sub>2</sub>)だけ遅れて走行を開始する。この時間Tは、先走行幕11の端部11aが露光エリア15の右側端部位置(X<sub>2</sub>)を通過して露光を開始した時(T<sub>2</sub>)から後走行幕12の端部材12bが露光エリア15の右側端部位置(X<sub>2</sub>)を通過して透光を開始する時(T<sub>4</sub>)までの時間に対応し、後走行幕12は、露光エリア15の右側端部位置(X<sub>2</sub>)において、時間T=(T<sub>4</sub>-T<sub>2</sub>)だけ遅れて走行するようにする。なお、先走行幕11上

26

の照度測定センサー9aで測定した照度データによって、この時間Tの補正を行う。後走行幕12の走行については、停止位置(X<sub>1</sub>)から走行を開始し、幕速度を加速させ、端部材12bが露光エリア15の右側端部位置(X<sub>2</sub>)に達すると、後走行幕12は、等速v<sub>1</sub>の走行を始め、等速v<sub>1</sub>で露光エリア15を走行する(図9の(c)参照)。このとき、露光エリア15においてY方向にも照度むらがないので、補正用駆動手段20a~20cを動作させない。すなわち、補正なしの状態

(変形速度の変化0の状態、図11の(C)参照)で後走行幕12を走行させる(図9の(c)参照)。後走行幕12は、等速v<sub>1</sub>で露光エリア15を走行して、露光エリア15を順次透光状態から透光状態にする。後走行幕12は、その端部材12bが露光エリア15の左側端部位置(X<sub>3</sub>)を通過して、露光エリア15全体を透光状態にした後に、幕速度を減速し、先走行幕11の端部11aに当接して停止する(図9の(d)参照)。この時の後走行幕12の位置と時間の関係を図11の(A)において12Aで示し、後走行幕12の速度と時間の関係を図11の(B)において12Bで示す。

【0090】先走行幕11と後走行幕12を前述したように同じ速度で走行させることにより、先走行幕11が、露光エリア15全体を透光状態にする前(すなわち、端部11aが露光エリア15の左側端部位置(X<sub>3</sub>)に到達する前)に、後走行幕12が走行を開始すれば、スリット状の露光も可能となる。このように、先走行幕11が走行を開始してから、後走行幕12が走行を開始するまでの時間を短くすることにより、前記スリット状の露光のスリット幅を細くすることが可能となり、より少ない露光量にも対応することができる。また、先走行幕11が走行を開始してから、後走行幕12が走行を開始するまでの時間Tを、先走行幕11が走行を開始からの照度測定センサー9aの照度測定データを使用して決定することができるため、光源要因による短時間の照度変化に対応することが可能となる。

【0091】次に、照度むらの補正を行った状態での先走行幕と後走行幕の動作について、照度むらの補正を行う状態での先走行幕と後走行幕の動作を、シャッター機構の先走行幕と後走行幕の位置および速度の変化を示すタイムチャートおよび後走行幕の端部材の変形速度の変化を示すタイムチャートである図12を用いて説明する。本実施例では、図10に示すように、露光エリア15において走行方向(X方向)および走行方向に対し直交する方向(Y方向)の両方向に照度むらが生じている場合について説明する。

【0092】露光を開始するに際して、先走行幕11は前述した照度むらがない時と同じ動作を行う。すなわち、先走行幕11は、露光エリア15の外で後走行幕12の端部材12bに当接して透光状態を保持している(図9の(a)参照)。この状態から露光を開始する場



27

合、先走行幕11は走行を開始し、幕速度を加速させ、先走行幕11の端部材11aが露光エリア15の右側端部位置( $X_2$ )に達すると、先走行幕11は等速 $v_1$ で露光エリア15を走行し(図9の(b)参照)、露光エリア15を透光状態から透光状態にし、同時に照度測定センサー9aにおいて照度測定を行い、露光エリア15の照度および照度の変化から照度むらを測定する。先走行幕11が露光エリア15全体を透光状態にした後に、照度測定センサー9aの動作を停止させて照度測定を終了させ、そして、先走行幕11の幕速度を減速し、所定の位置( $X_4$ )に停止する(図9の(c)参照)。この時の先走行幕11の位置と時間の関係および先走行幕11の速度と時間の関係は、図11と同じように、図12の(A)における11A、図12の(B)における11Bでそれぞれ示す。

【0093】この先走行幕11の一連の動作において、照度測定センサー9aにより測定された露光エリア15の照度および照度の変化に関する照度データ(図10に示す照度パターン)はモーターコントロール部17に送られ、モーターコントロール部17において、そのデータと先走行幕11の位置データに基づいてリアルタイムに露光エリア15のどの部分に照度むらがあるかを判断する。

【0094】後走行幕12は、装置制御部18から指定された露光量( $W_0 \times T$ )を露光しつつ照度むらを取るために、先走行幕11の走行から所定の時間 $T = (T_1 - T_2)$ だけ遅れて露光エリア15の走行を開始する。後走行幕12の走行については、停止位置( $X_1$ )から走行を開始し、幕速度を加速させ、端部材12bが露光エリア15の右側端部位置( $X_2$ )に達すると、後走行幕12は、等速 $v_1$ の走行を始め、等速 $v_2$ で露光エリア15を走行する(図9の(c)参照)。後走行幕12は、露光エリア15を等速 $v_1$ で走行するが、前記照度むらのデータに従い、Y方向中央部の照度が低下する部分(位置 $X_{10}$ )において、一定の露光量( $W_0 \times T$ )を露光するために、時間 $T$ を大きく、つまりY方向の中央部のみ速度を遅い方向に変化させ露光量を一定にさせる。このY方向の中央部のみ速度を遅くするために補正用駆動手段20bを動作させる。本実施例の場合には、露光エリア15のY方向中央部の照度が低いことから、補正用駆動手段20a~20cの中の中央の補正用駆動手段20bを動作させ、後走行幕12の端部材12bをX方向に対して凹形に変形させる。この動作により、後走行幕12の走行速度は、Y方向の周辺部では $v_1$ 、中央部では $v_1 - v_0$ 。(ここで、 $v_0$ は、補正用駆動手段20bにより端部材12bを凹形に変形する速度)となる。通常、照度むらで照度が低下しているとき、露光量( $W_0 \times T$ )を一定にするためには、時間 $T$ を $\Delta T$ だけ増加させ、つまり、速度を $v_1 - v_0$ のように遅くさせて、露光量を一定にする。この結果、このときの後

(15) 特開2001-358052(P

28

走行幕12の端部材12bの中央部の位置は、端部材12bの周辺部に比べ位置的にずれた形となり、同じ時刻で見ると、後走行幕12の端部材12bの周辺部を中央部が追いかけていくような形となる(図12の(A)における12Aの破線で示した状態)。この結果、中央部の照度むらにより照度が低くても露光量は一定となる。

【0095】本実施例では、Y方向の照度低下の部分が中央部であったため、動作させる補正用駆動手段として中央の補正用駆動手段20bを選択したが、補正用駆動手段20は、そのY方向の照度むらの大きさと場所により、補正用駆動手段20a~20cのそれぞれを独立にまたは連動的に動作させ、照度の補正を行うことが可能であり、補正用駆動手段20a~20cの組み合わせにより複雑な照度むらのパターンにも対応することが可能である。

【0096】後走行幕12が走行を続け、後走行幕12の周辺部端部が、図10に示すように、X方向周辺部の照度が落ちる部分である位置 $X_{11}$ に到達したとき、照度低下の傾きに従い速度を変化させる。速度を変化させることにより、周辺部の露光量( $W_0 \times T$ )の時間 $\Delta T$ を増加の方向に補正を行う。このとき、後走行幕12は端部材12bの凹形の中央が位置( $X_{11}$ )に到達したとき、Y方向の中央部と周辺部の照度差が最大となり、その後、前記照度差が減少していく方向に進んでいく。このため、後走行幕12の端部材12bの形状についても、前記の凹形の状態で走行を続けた場合、中央部と周辺部の照度差が最大のときの補正を続けるととなり中央部のみ過露光量となる。このため、中央部の凹形の曲率を小さくする方向、つまり中央部の露光量を減らしている時間 $T$ を減少させ、Y方向の中央部と周辺部の露光量を一定にする。このとき、走行を続ける後走行幕12の端部材12bの形状は、凹形の形状を直線の形状に戻しながら、中央部と周辺部の走行位置が同じになるように走行を続ける。

【0097】このとき、先走行幕11と後走行幕12の位置関係で、先走行幕11が露光エリア15を走行している場合に、先走行幕11と後走行幕12で作られるスリット状の露光スリットの幅は円弧状の形を直線状に戻しながら増加する方向に変化する。後走行幕12が、この状態で走行を続け、照度が最低になる場所である位置( $X_{12}$ )以降、時間 $\Delta T$ を増加させて走行した場合、その後のエリアが過露光量となるため、照度が最低となる位置( $X_{12}$ )で速度を $v_1$ に戻す。また、このとき照度むらとしてX方向中央部と周辺部の照度差がなくなるため、後走行幕12のY方向の照度むらを補正している中央の補正用駆動手段20bについても端部材12bを凹形から通常の直線状に変形させ、中央部と周辺部の走行位置を同じにし、中央部と周辺部とも露光量を一定にする。照度が最低( $W_1$ )の場所(すなわち、位置

29

$X_{12}$ においては、 $(W_0 \times T = W_1 \times (T + \Delta T))$ という関係式となり、前記と同じように先走行幕11と後走行幕12で作られるスリット状の露光スリット幅が最大でかつ後走行幕12の端部材12bが直線となる。

【0098】その後、図10の(B)に示すように、位置( $X_{13}$ )まで、Y方向の周辺部のみ照度が増加し、中央部は前記最低の照度の状態で推移している状態で、速度 $v_1$ で走行させた場合、周辺部は照度が増加しているにもかかわらず、同じ速度、つまり照度が最低であったときの補正を行うこととなり、露光量としては周辺部が過露光量、中央部のみが適正露光量となる。この場合、周辺部のみ露光量を減少させるように走行速度を設定しなければならず、後走行幕12の動作として走行速度を増加させ、周辺部の過露光量を補正しかつY方向の中央部のみ適性露光量とする目的で、補正駆動手段20bを動作させ、端部材12bを再度凹形に変形させて、後走行幕12の走行速度と端部材12bの移動速度の合成が $v_1$ となり適性露光量が得られるようにする。このとき、後走行幕12の端部材12bの形状は直線状態から凹形状に変化している最中で、走行位置的には、周辺部の走行位置から遅れて中央部の走行位置がくるような形となる。

【0099】図10の(B)に実線で示すように、Y方向の周辺部の照度が走行開始位置 $X_0$ と同じになる位置( $X_{13}$ )において、後走行幕12は走行速度 $v_1$ に戻す。このとき、後走行幕12の端部材12bの凹形の形状となりかつ曲率が最大となる。この後、Y方向の中央部の照度が上昇しているため、端部材12bが凹形の状態で走行を行った場合、照度むらとして、Y方向中央部と周辺部の照度差がなくなっているにもかかわらず、中央部のみ過露光量となるため、後走行幕12のY方向の照度むらを補正している中央の補正用駆動手段20bを動作させ、端部材12bを凹形から通常の直線状に変形させ、中央部と周辺部の露光量を一定にして走行を続ける。このとき、中央部の走行位置と周辺部の走行位置の差が減少する方向に変化する。Y方向中央部と周辺部の照度が同じになる位置( $X_{14}$ )において、後走行幕12の端部材12bは直線状となり、後走行幕12の端部材12bの走行速度は最初速度 $v_1$ に戻る。

【0100】以上のように、後走行幕12においては、Y方向の中央部と周辺部の照度の補正を行いながら、かつ、X方向の照度補正を行い、露光エリア15全面を遮光状態にする。後走行幕12が、露光エリア15全体を遮光状態にした後、幕速度を減速し、先走行幕11の端部11aに当接して所定の位置( $X_4$ )に停止する。この時の後走行幕12の位置と時間の関係および後走行幕12の速度と時間の関係は、図11と同じように、図12の(A)における12C、図12の(B)における1

(16) 特開2001-358052(P

30

2Dでそれぞれ示し、そして、図12の(C)には後走行幕12の端部材12bの変形速度と時間の関係を示す。この後走行幕12の端部材12bの変形は、後走行幕12が走行しながら変形するものであり、図12の(C)に示した変形速度は後走行幕12上での変形のための速度であり、露光エリア15に対する速度は後走行幕12の速度とこの変形速度を合成したものとなる。

【0101】以上のように、本実施例においては、先走行幕の走行を開始させて露光を開始するとき先走行幕上の照度測定センサーにより露光エリアの照度を測定し、露光エリアの照度むらをリアルタイムにかつ平面的に検知することができ、このリアルタイムで測定した照度むらデータに基づいて、所定の時間遅れで走行させる後走行幕の速度を変更させて、照度むらで照度が大きい部分では速度を速くし、照度が小さい部分では速度を遅くし、そして、走行方向に直交する方向の照度変化や照度むらについては、後走行幕の走行端部の形状を凸あるいは凹のような形状に変化させることにより、露光面全面の照度むらをとることができかつ露光エリア全面の露光量を精度良く均一にすることができる。さらに、先走行幕上の照度測定センサーで照度を測定しているために、露光直前の照度を測定することが可能となり、光源要因による短時間での照度の変化や露光量の変化に対応することができ、先走行幕と後走行幕のそれぞれの動作開始時間を調整して事前に必要とされる露光量で露光することができる。

【0102】次に、前述した半導体製造装置を利用する半導体デバイスの生産システムについて説明する。本実施例における半導体デバイス(ICやLSI等の半導体チップ、液晶パネル、CCD、薄膜磁気ヘッド、マイクロマシン等)の生産システムは、半導体製造工場に設置された製造装置のトラブル対応や定期メンテナンス、あるいはソフトウェアの提供などの保守サービスを製造工場外のコンピュータネットワークを利用して行うものである。

【0103】図13は、全体システムを示す概要図であり、図中、101は半導体デバイスの製造装置を提供するベンダー(装置供給メーカー)の事業所である。製造装置の実例として、半導体製造工場で使用する各種プロセス用の半導体製造装置、例えば、前工程用機器(露光装置、レジスト処理装置、熱処理装置、成膜装置等)や後工程用機器(組立装置、検査装置等)を想定している。事業所101内には、製造装置の保守データベースを提供するホスト管理システム108、複数の操作端末コンピュータ110、これらを結んでイントラネットを構築するローカルエリアネットワーク(LAN)109を備える。ホスト管理システム108は、LAN109を事業所の外部ネットワークであるインターネット105に接続するためのゲートウェイと、外部からのアクセスを制限するセキュリティ機能を備える。



(17) 特開2001-358052(P)

31

【0104】一方、102～104は、製造装置のユーザーとしての半導体製造メーカーの製造工場である。製造工場102～104は、互いに異なるメーカーに属する工場であっても良いし、同一のメーカーに属する工場（例えば、前工程用の工場と後工程用の工場等）であっても良い。各工場102～104内には、それぞれ、複数の製造装置106と、それらを結んでイントラネットを構築するローカルエリアネットワーク（LAN）111と、各製造装置106の稼働状況を監視する監視装置としてホスト管理システム107とが設けられている。各工場102～104に設けられたホスト管理システム107は、各工場内のLAN111を工場の外部ネットワークであるインターネット105に接続するためのゲートウェイを備える。これにより各工場のLAN111からインターネット105を介してベンダー101側のホスト管理システム108にアクセスが可能となり、ホスト管理システム108のセキュリティ機能によって限られたユーザーだけがアクセスが許可となっている。具体的には、インターネット105を介して、各製造装置106の稼働状況を示すステータス情報（例えば、トラブルが発生した製造装置の症状）を工場側からベンダー側に通知する他、その通知に対応する応答情報（例えば、トラブルに対する対処方法を指示する情報、対処用のソフトウェアやデータ）や、最新のソフトウェア、ヘルプ情報などの保守情報をベンダー側から受け取ることができる。各工場102～104とベンダー101との間のデータ通信および各工場内のLAN111でのデータ通信には、インターネットで一般的に使用されている通信プロトコル（TCP/IP）が使用される。なお、工場外の外部ネットワークとしてインターネットを利用する代わりに、第三者からのアクセスができずにセキュリティの高い専用線ネットワーク（ISDN等）を利用することもできる。また、ホスト管理システムはベンダーが提供するものに限らずユーザーがデータベースを構築して外部ネットワーク上に置き、ユーザーの複数の工場から該データベースへのアクセスを許可するようにしてもよい。

【0105】また、図14は半導体デバイスの生産システムの全体システムを図13とは別の角度から切り出して表現した概要図である。前述した例では、それぞれが製造装置を備えた複数のユーザー工場と該製造装置のベンダーの管理システムとを外部ネットワークで接続して、該外部ネットワークを介して各工場の生産管理や少なくとも1台の製造装置の情報をデータ通信するものであったが、本例は、複数のベンダーの製造装置を備えた工場と該複数の製造装置のそれぞれのベンダーの管理システムとを工場外の外部ネットワークで接続して、各製造装置の保守情報をデータ通信するものである。図中、201は製造装置ユーザー（半導体デバイス製造メーカー）の製造工場であり、工場の製造ラインには各種プロ

32

セスを行う製造装置、ここでは例として露光装置202、レジスト処理装置203、成膜処理装置204が導入されている。なお、図14では製造工場201は1つだけ描いているが、実際は複数の工場が同様にネットワーク化されている。工場内の各装置はLAN206で接続されてイントラネットを構成し、ホスト管理システム205で製造ラインの稼働管理がされている。一方、露光装置メーカー210、レジスト処理装置メーカー220、成膜装置メーカー230などベンダー（装置供給メーカー）の各事業所には、それぞれ供給した機器の遠隔保守を行うためのホスト管理システム211、221、231を備え、これらは前述したように保守データベースと外部ネットワークのゲートウェイを備える。ユーザーの製造工場内の各装置を管理するホスト管理システム205と各装置のベンダーの管理システム211、221、231とは、外部ネットワーク200であるインターネットもしくは専用線ネットワークによって接続されている。このシステムにおいて、製造ラインの一連の製造機器の中のどれかにトラブルが起きると、製造ラインの稼働が休止してしまうが、トラブルが起きた機器のベンダーからインターネット200を介した遠隔保守を受けることで迅速な対応が可能で、製造ラインの休止を最小限に抑えることができる。

【0106】半導体製造工場に設置された各製造装置は、それぞれ、ディスプレイとネットワークインターフェースと記憶装置にストアされたネットワークアクセス用ソフトウェアならびに装置動作のソフトウェアを実行するコンピュータを備える。記憶装置としては内蔵メモリやハードディスク、あるいはネットワークファイルサーバーなどである。上記ネットワークアクセス用ソフトウェアは、専用または汎用のウェブブラウザを含み、例えば図15に一例を示すような画面のユーザーインターフェースをディスプレイ上に提供する。各工場に製造装置を管理するオペレータは、画面を参照しながら、製造装置の機種（401）、シリアルナンバー（402）、トラブルの発生日や件名（403）、トラブルの緊急度（405）、症状（406）、対処法（407）、経過（408）等の情報を画面上の入力項目に入力する。入力された情報は、インターネットを介して保守データベースに送信され、その結果の適切な保守情報が保守データベースから返信されディスプレイ上に提示される。また、ウェブブラウザが提供するユーザーインターフェースはさらに図示のごとくハイパーリンク機能（410～412）を実現し、オペレータは各項目の更に詳細な情報にアクセスしたり、ベンダーが提供するソフトウェアライブラリから製造装置に使用する最新バージョンのソフトウェアを引き出したり、工場のオペレータの参考にする操作ガイド（ヘルプ情報）を引き出したりすることができる。

【0107】次に、上記説明した生産システムを利用し



33

た半導体デバイスの製造プロセスを説明する。

【0108】図16は半導体デバイスの全体的な製造のフローを示す。ステップS11（回路設計）では半導体デバイスのパターン設計を行う。ステップS12（マスク製作）では設計したパターンを形成したマスクを製作する。一方、ステップS13（ウエハ製造）ではシリコン等の材料を用いてウエハを製造する。ステップS14（ウエハプロセス）は前工程と呼ばれ、上記用意したマスクとウエハを用いて、リソグラフィ技術によってウエハ上に実際の回路を形成する。ステップS15（組立）は後工程と呼ばれ、ステップS14によって作製されたウエハを用いて半導体チップ化する工程であり、アッセンブリ工程（ダイシング、ボンディング）、パッケージング工程（チップ封入）等の組立工程を含む。ステップS16（検査）ではステップS15で作製された半導体デバイスの動作確認テスト、耐久性テスト等の検査を行う。こうした工程を経て半導体デバイスが完成し、これを出荷（ステップS17）する。前工程と後工程はそれぞれ専用の別の工場で行い、これらの工場毎に上記説明した遠隔保守システムによって保守がなされる。また、前工程工場と後工程工場の間でも、インターネットまたは専用線ネットワークを介して生産管理や装置保守のための情報がデータ通信される。

【0109】図17は、上記ウエハプロセスの詳細なフローを示す。ステップS21（酸化）ではウエハの表面を酸化させる。ステップS22（CVD）ではウエハ表面に絶縁膜を成膜する。ステップS23（電極形成）ではウエハ上に電極を蒸着によって形成する。ステップS24（イオン打込み）ではウエハにイオンを打ち込む。ステップS25（レジスト処理）ではウエハに感光剤を塗布する。ステップS26（露光）では露光装置によってマスクの回路パターンをウエハに焼付露光する。ステップS27（現像）では露光したウエハを現像する。ステップS28（エッチング）では現像したレジスト膜以外の部分を削り取る。ステップS29（レジスト剥離）ではエッチングが済んで不要となったレジストを取り除く。これらのステップを繰り返し行うことによって、ウエハ上に多重に回路パターンを形成する。各工程で使用する製造機器は上記説明した遠隔保守システムによって保守がなされているので、トラブルを未然に防ぐとともに、もしトラブルが発生しても迅速な復旧が可能で、従来に比べて半導体デバイスの生産性を向上させることができる。

【0110】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、シャッター機構をそれぞれ独立して走行可能な先走行幕と後走行幕の2枚の遮光幕で構成し、光源から発せられる照明光の照度を測定する照度測定センサーを用いて、シャッター面での照度むらを検出し、この照度むらに基づいて、先走行幕の走行に続いて所定の時間遅れで走行

(18) 特開2001-358052(P)

34

する後走行幕の走行速度を変更させ、照度むらで照度が大きい部分では速度を速くし、照度が小さい部分では速度を遅くすることによって、露光面全面の照度を均一にすることができ、照度むら補正用の光学系素子を光路上に追加することなく照度むらをとることが可能となる。

【0111】また、照度むら補正用の光学系素子を光路上に追加しないことにより透過率を低下させることがなく、さらに、光学系素子の劣化に伴う補正やメンテナンスを要せず、スルーアットの低下を防ぐことが可能となり、装置の運用効率を向上させることができ、また、光学系素子の経時変化等による像性能の低下を防ぐことができる。

【0112】加えて、独立して走行する2枚の走行幕により先走行幕が完全に閉状態になる前に後走行幕を動作させてスリットを形成し、走行中にスリット間隔を変化させることにより、照度むらを取り、かつ、より短時間の露光時間を実現することもできる。

【0113】また、シャッター機構を構成するそれぞれ独立して走行可能な先走行幕と後走行幕の2枚の遮光幕にそれぞれ照度測定センサーを設置し、先走行幕の走行により露光を開始すると同時に先走行幕上の照度測定センサーにより露光エリアの照度を測定して露光エリアの照度むらをリアルタイムで検出し、このリアルタイムに検出した照度むらデータに基づいて、所定の時間遅れで走行する後走行幕の速度を変更させて、照度むらで照度が大きい部分では速度を速くし、照度が小さい部分では速度を遅くすることにより、露光面全面の照度を均一にすることができ、さらに、先走行幕上の照度測定センサーで照度を測定しているために、露光直前の照度を測定することが可能となり、光源要因等による短時間で変化する照度の変化や露光量の変化に対応することができ、先走行幕と後走行幕のそれぞれの動作開始時間を調整して事前に必要とされる露光量で露光することができ、不良半導体素子の製造の原因となる露光量の変化や照度むらをなくすることができる。

【0114】さらに、露光エリアの遮光幕面上の照度むらをリアルタイムでかつ光学系素子を光路上に付加することなく測定することができることにより、光学系素子の経時変化を考慮に入れることなく、また、光学系素子の劣化等に対するメンテナンスをすることなく、露光処理直前の照度や照度むらを測定することが可能となり、さらに2枚の走行幕の速度を照度測定センサーのリアルタイムの出力に従って変化させることにより、照度補正用の光学系素子を追加することなく照度むらをとることが可能となる。

【0115】また、シャッター機構を構成するそれぞれ独立して走行可能な先走行幕と後走行幕の2枚の遮光幕において、先走行幕上には照度測定センサーを設置し、そして、後走行幕にはその走行端部の形状を変化しうるようにしかつ端部形状を変化させる駆動手段を配するこ

(19) 特開2001-358052(P)

35

とにより、先走行幕の走行により露光を開始すると同時に先走行幕上の照度測定センサーにより露光エリアの照度を測定し、露光エリアの照度むらをリアルタイムでかつ平面的に検出し、このリアルタイムで検出した照度むらデータに基づいて、所定の時間遅れで走行する後走行幕の速度を変更させて、照度むらで照度が大きい部分では速度を遅くし、照度が小さい部分では速度を速くし、そして、走行方向に直交する方向の照度変化や照度むらについては、後走行幕の走行端辺の形状を凸あるいは凹等のような形状に変化させることにより、露光面全面の照度を均一にかつ露光エリア全面の露光量を均一にすることができ、さらに、先走行幕上の照度測定センサーで照度を測定しているために、露光直前の照度を測定することが可能となり、光源要因による短時間で変化する照度の変化や露光量の変化に対応することができ、また、先走行幕と後走行幕のそれぞれの動作開始時間を調整して事前に必要とされる露光量で露光することができる。

【0116】また、原版面上にあるいは原版面と共役な面上の透光幕面上の照度をリアルタイムに測定し、透光幕の走行速度を変化させることにより、照度むらや照度の変化を取ることができ、照度補正用の光学系素子を付加する必要がなく、光学系素子の劣化等に対するメンテナンスや補正を不要にし、装置の運用効率を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例の半導体製造装置の構成を示す概略図である。

【図2】本発明の第1実施例の半導体製造装置におけるシャッター機構とその作動制御系を示す概略図である。

【図3】本発明の第1実施例におけるシャッター機構の動作を説明する図である。

【図4】(A)および(B)は本発明の第1実施例におけるシャッター機構において照度むらのない状態での先走行幕と後走行幕の位置および速度の変化を示すタイムチャートである。

【図5】(A)および(B)は本発明の第1実施例におけるシャッター機構において照度むらを補正するための先走行幕と後走行幕の位置および速度の変化を示すタイムチャートである。

【図6】本発明の第2実施例の半導体製造装置におけるシャッター機構とその作動制御系を示す概略図である。

【図7】本発明の第2実施例におけるシャッター機構の動作を説明する図である。

【図8】本発明の第3実施例の半導体製造装置におけるシャッター機構とその作動制御系を示す概略図である。

【図9】本発明の第3実施例におけるシャッター機構の動作を説明する図である。

36

【図10】本発明の第3実施例における露光エリア内に生じている照度むらの一例を示す図であり、同(A)は露光エリアと後走行幕の関係を示す平面図であり、露光エリア内に生じている照度むらを斜線を施して示し、同(B)は露光エリア内における走行方向の照度の変化を示す図であり、同(C)は露光エリア内における走行方向に直交する方向の照度の変化を示す図である。

【図11】(A)および(B)は本発明の第3実施例におけるシャッター機構において照度むらのない状態での先走行幕と後走行幕の位置および速度の変化を示すタイムチャート、(C)は後走行幕端辺の変形速度の変化を示すタイムチャートである。

【図12】(A)および(B)は本発明の第3実施例におけるシャッター機構において照度むらの状態を補正するための、先走行幕と後走行幕の位置および速度の変化を示すタイムチャート、(C)は後走行幕端辺の変形速度の変化を示すタイムチャートである。

【図13】半導体デバイスの生産システムの全体概略図である。

【図14】半導体デバイスの生産システムの他の形態を示す全体概略図である。

【図15】トラブルデータベースの入力画面のユーザーインターフェースの一例を示す図である。

【図16】半導体デバイスの製造プロセスを示すフローチャートである。

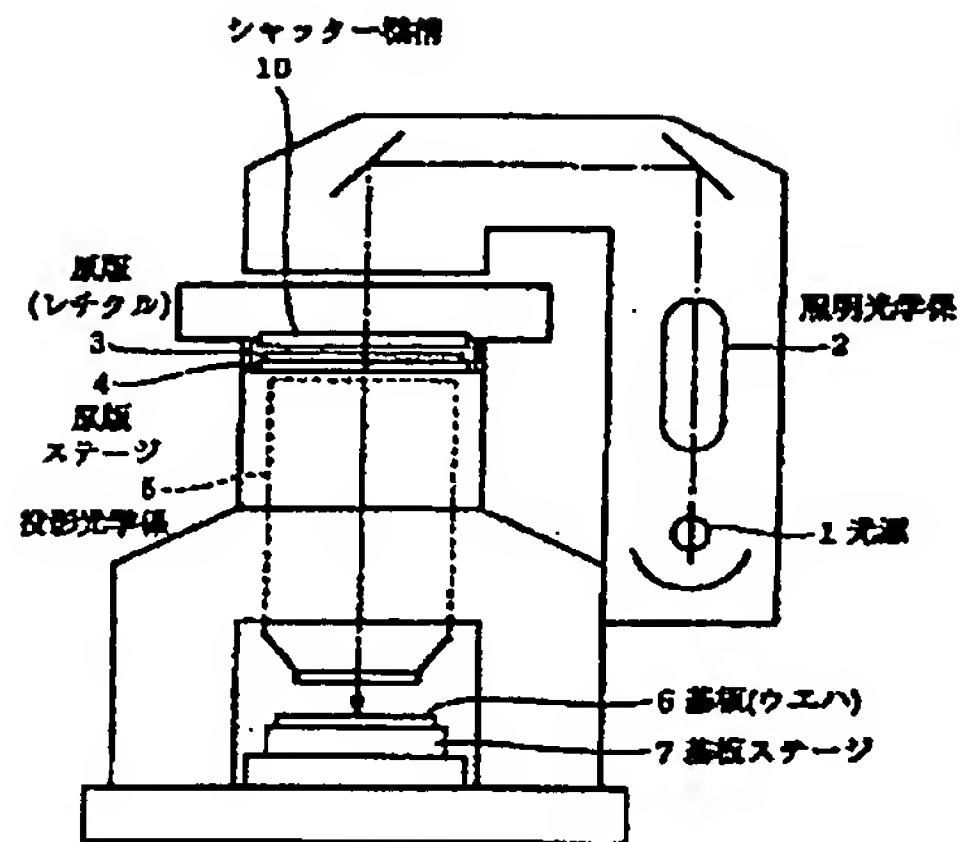
【図17】ウエハプロセスを示すフローチャートである。

【符号の説明】

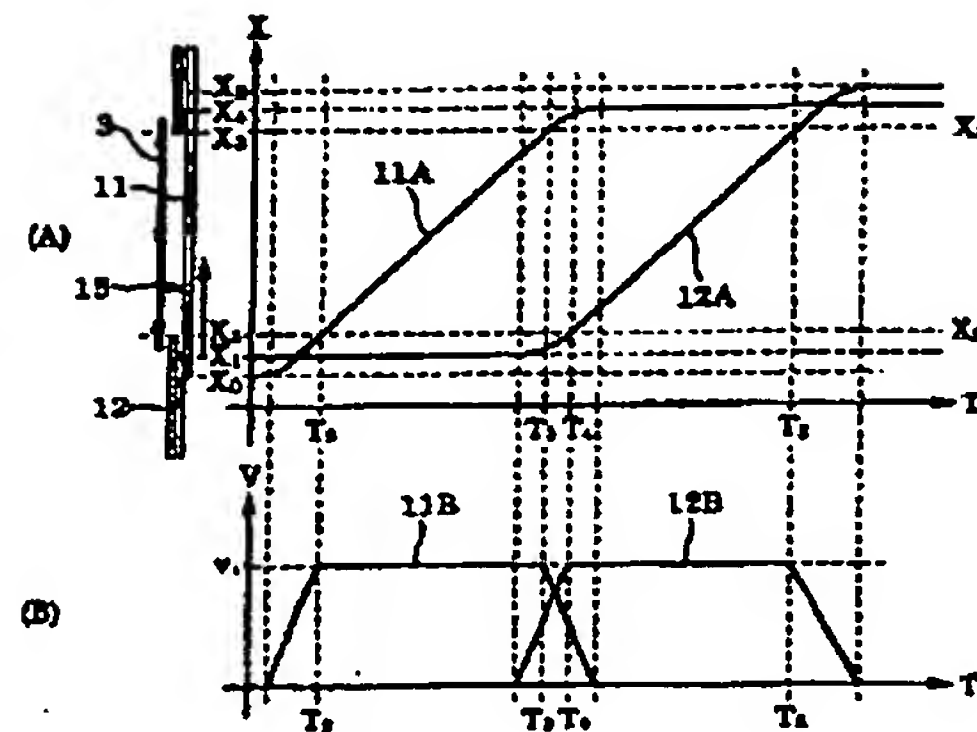
- 1 光源
- 2 照明光学系
- 3 原版(レチクル)
- 4 原版ステージ
- 5 投影光学系
- 6 基板(ウエハ)
- 7 基板ステージ
- 8 照度測定センサー
- 9 (9a、9b) 照度測定センサー
- 10 シャッター機構
- 11 先走行幕
- 11a (右側)端辺
- 12 後走行幕
- 12a (左側)端辺
- 12b 端辺部材
- 15 露光エリア
- 17 モーターコントロール部
- 18 装置制御部
- 20 (20a~20c) 補正用駆動手段

(20) 特開2001-358052(P

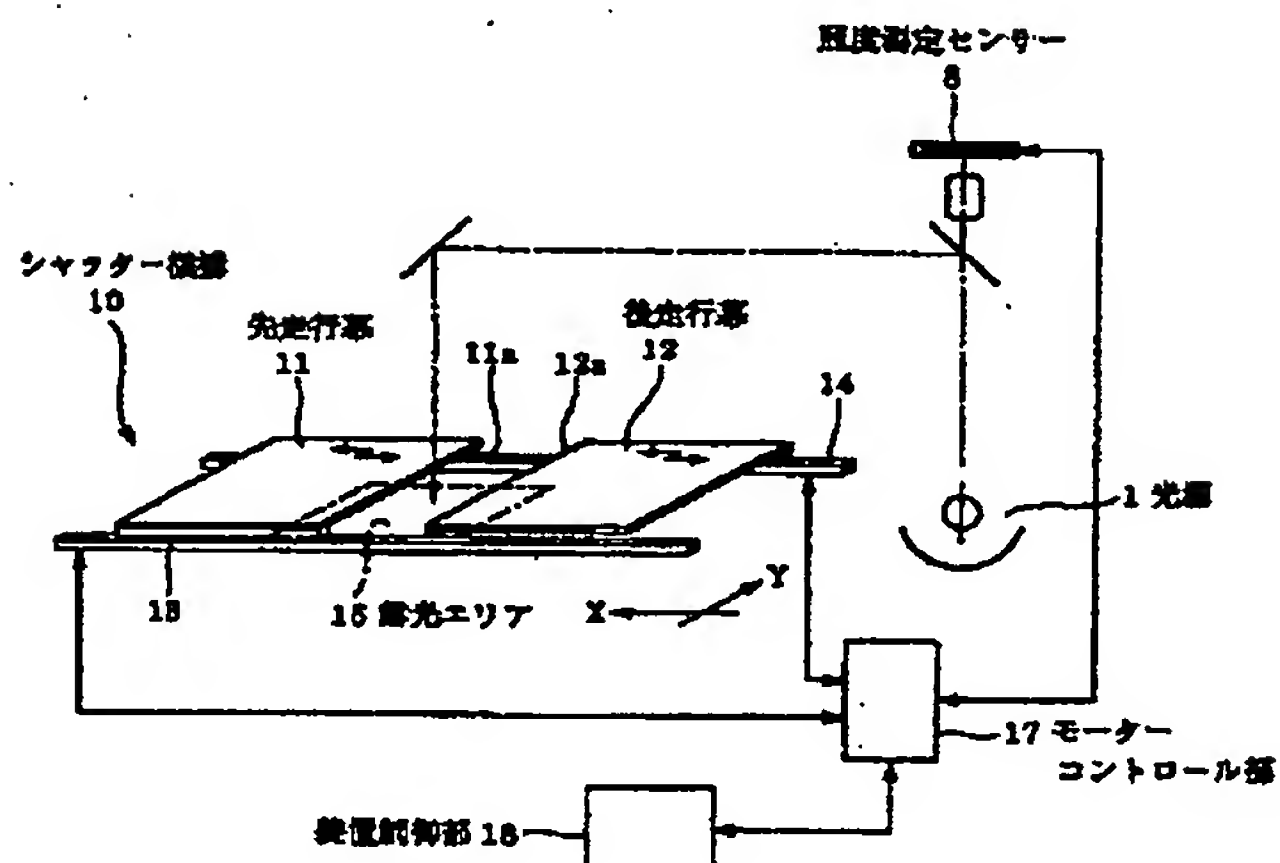
【図1】



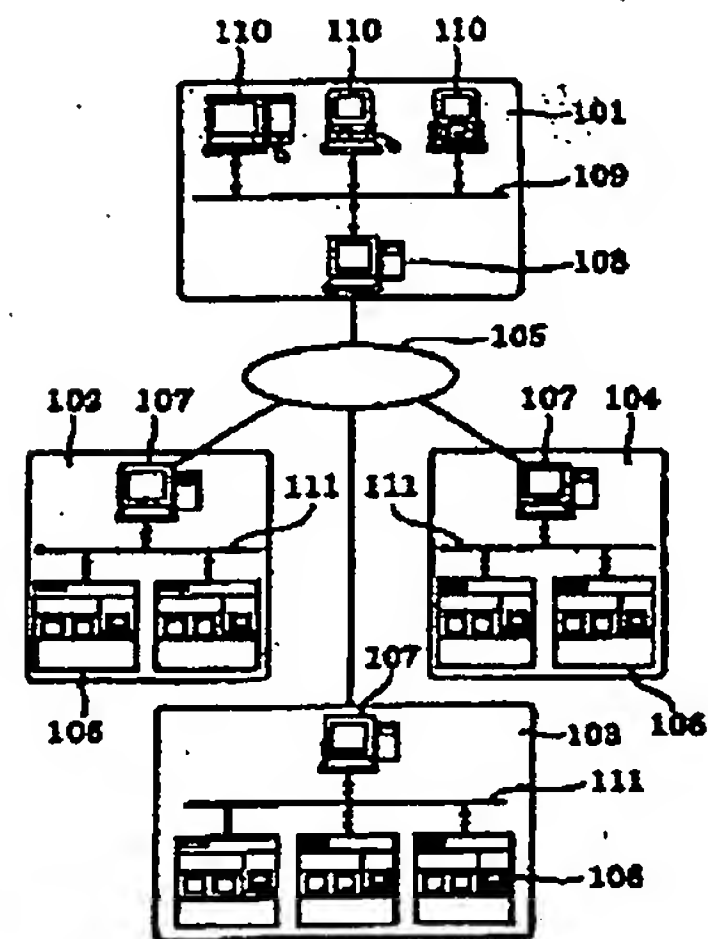
【圖4】



【图2】



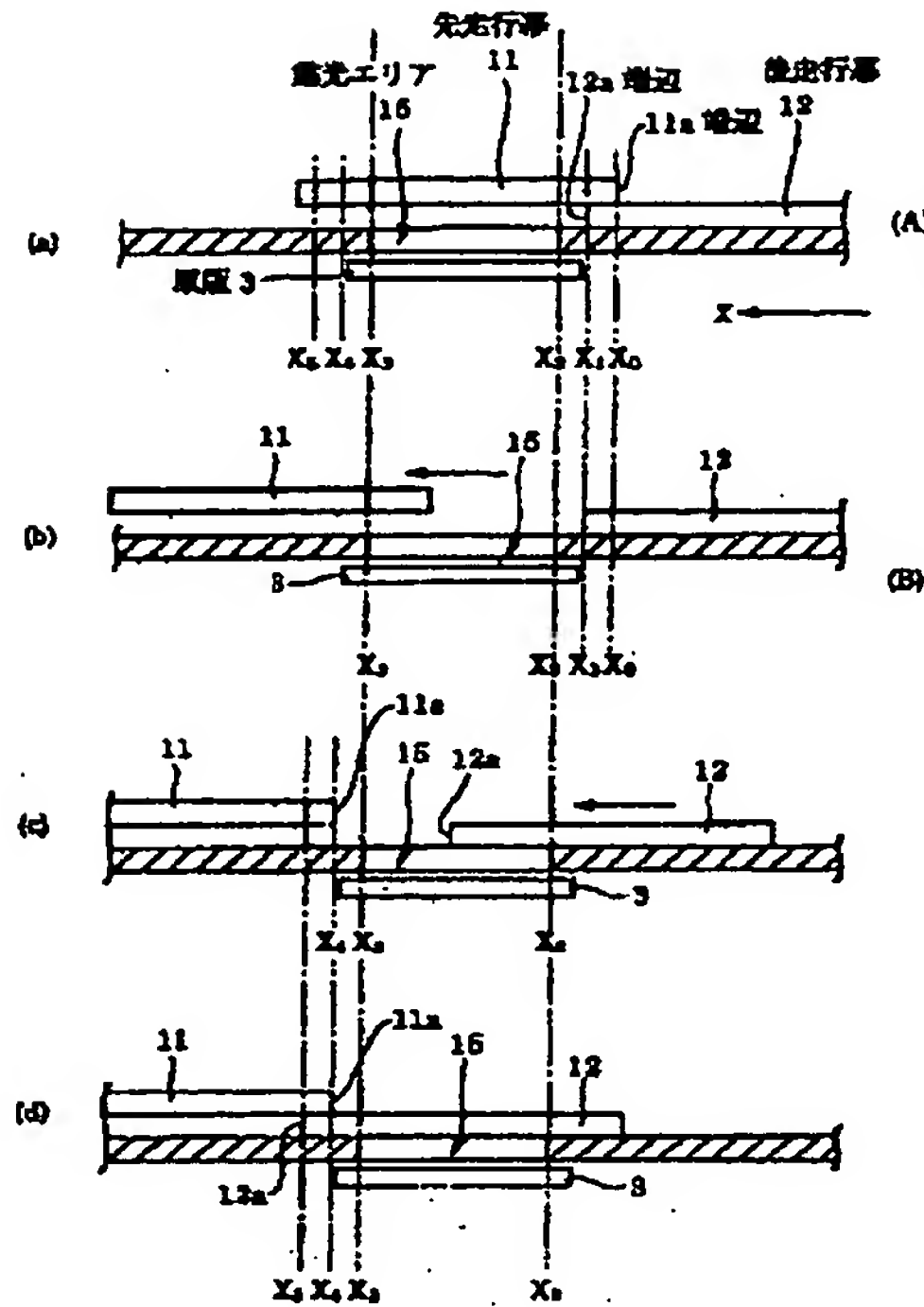
【图13】



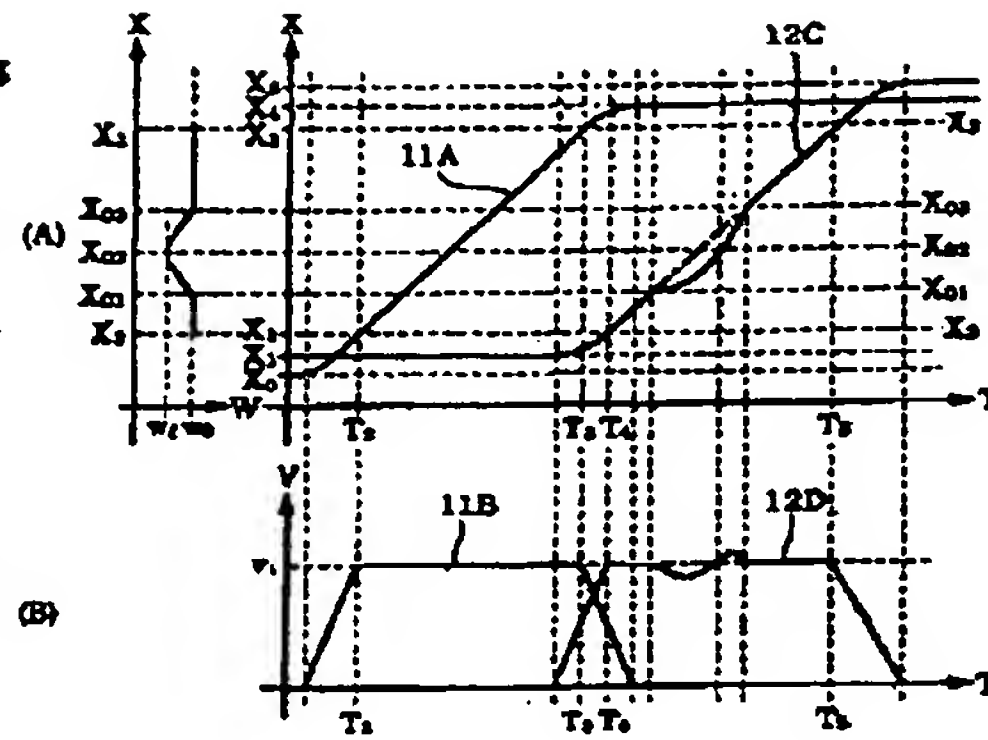


(21) 特開2001-358052(P)

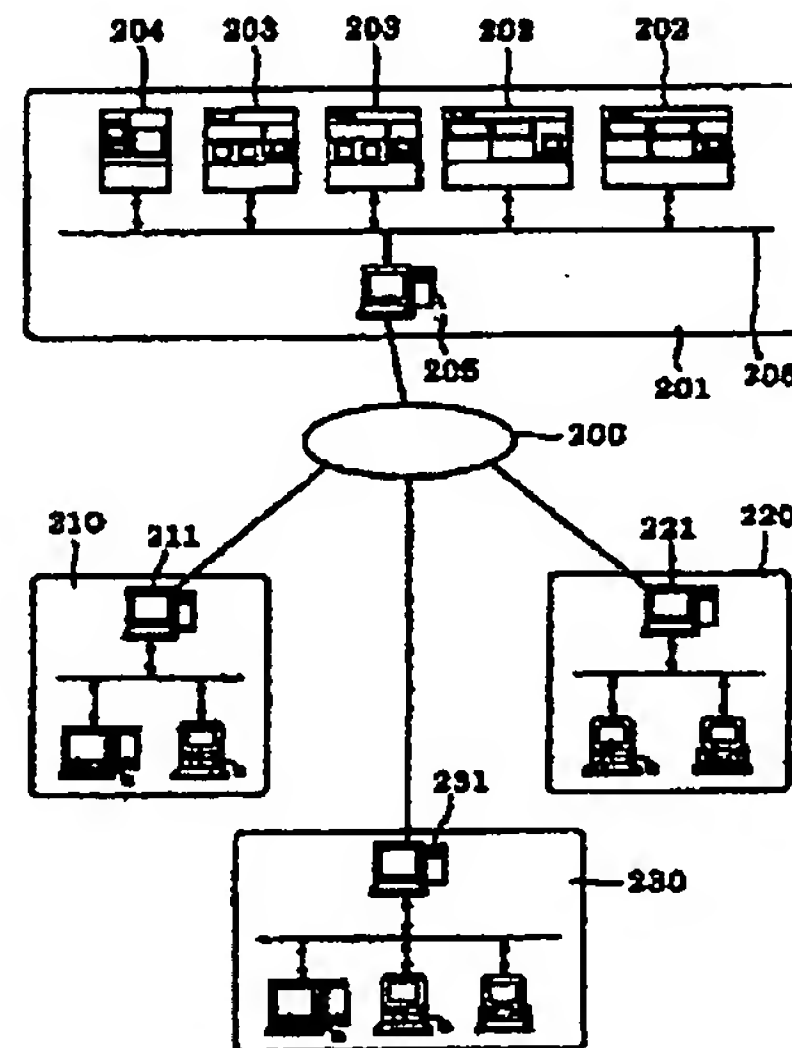
【図3】



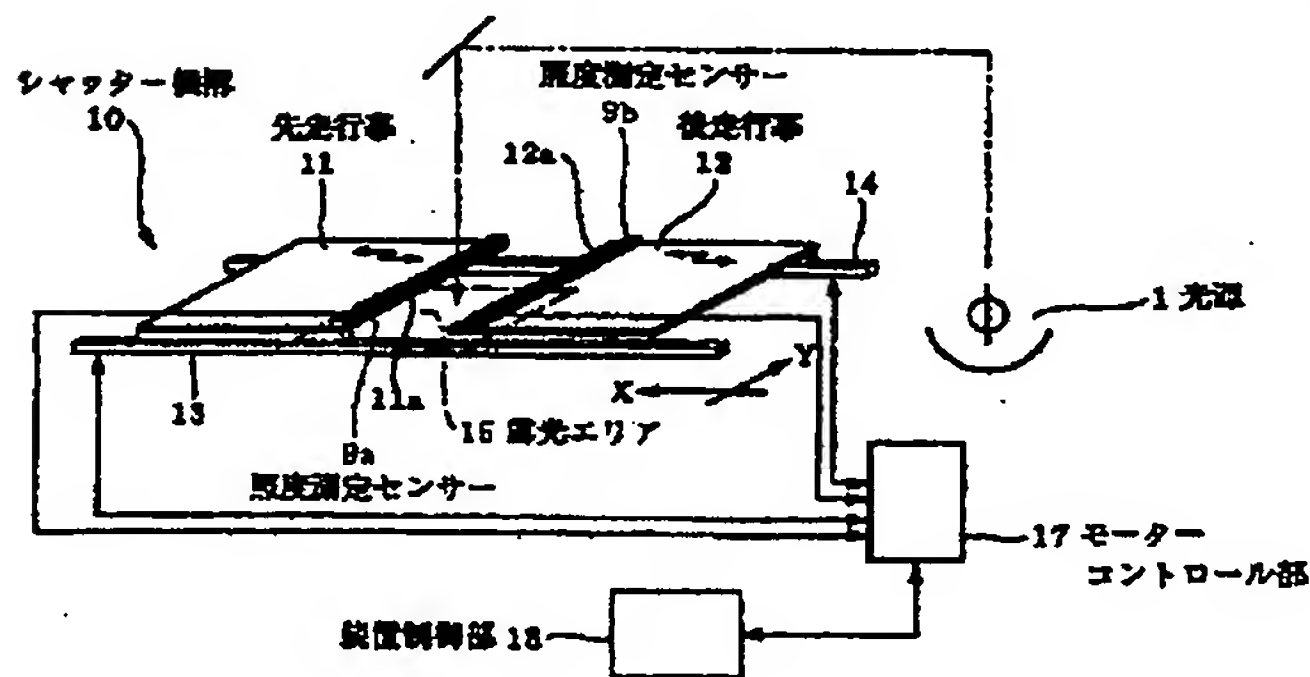
【図5】



【図14】

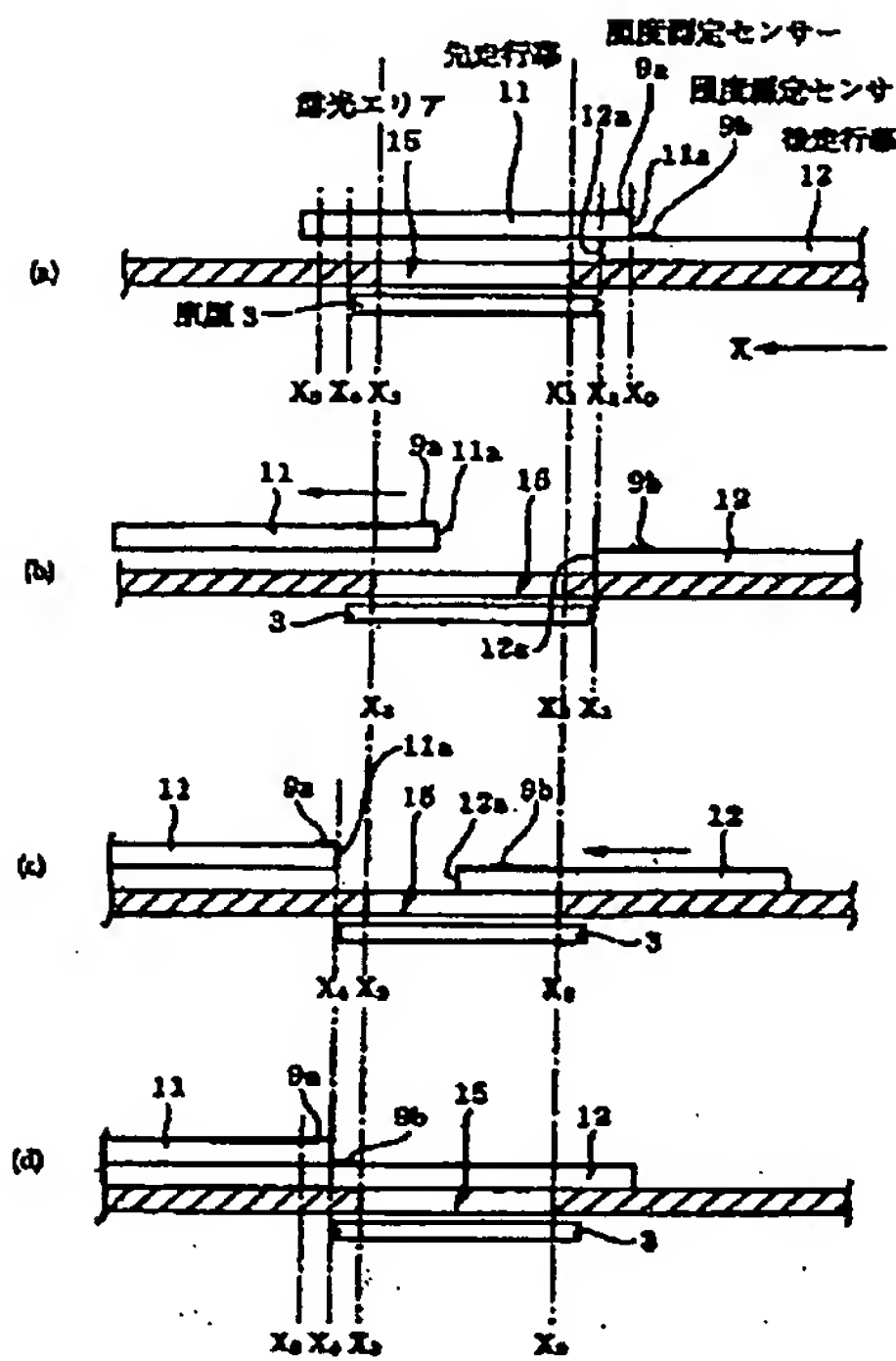


【図6】

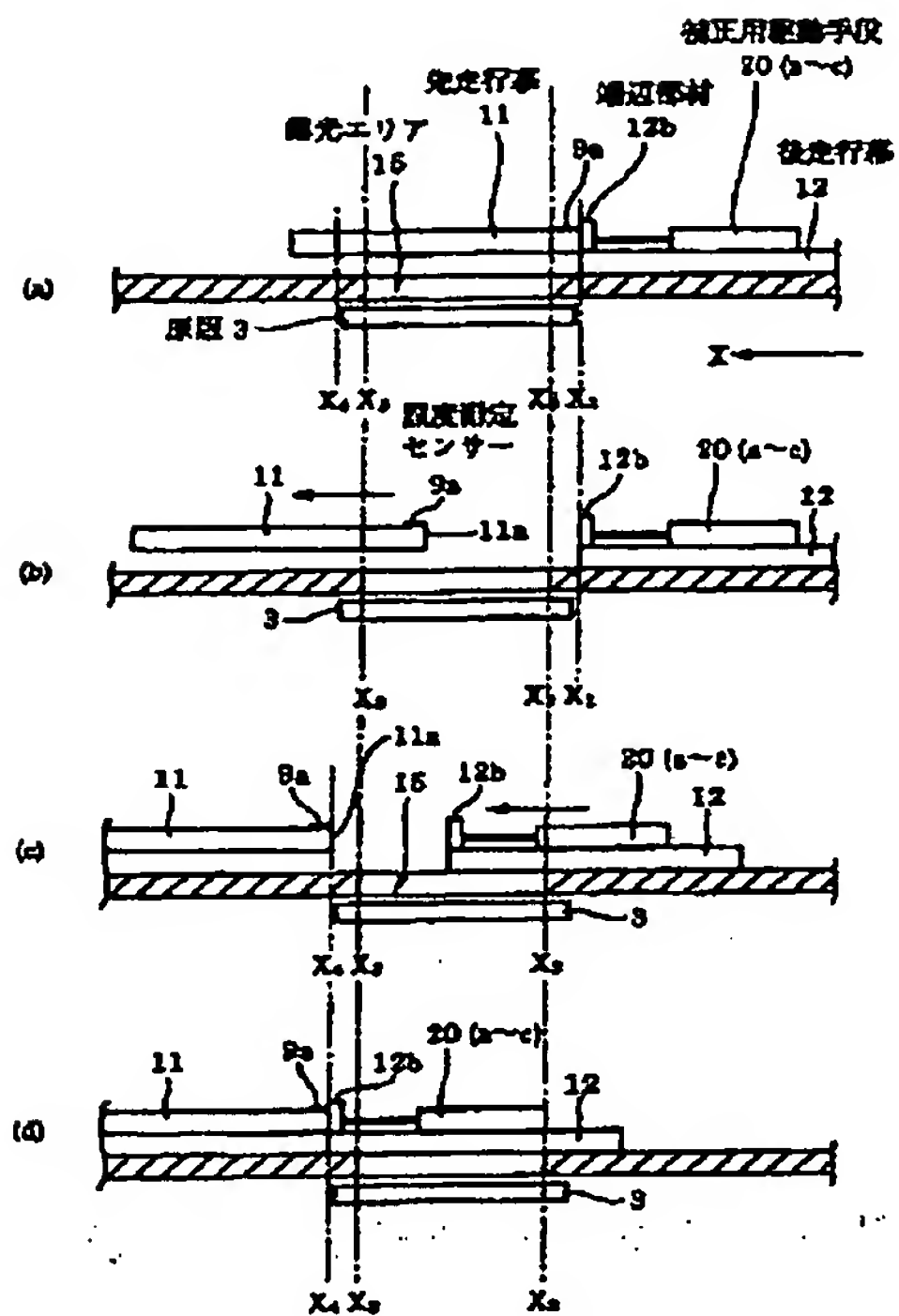


(22) 特開2001-358052(P)

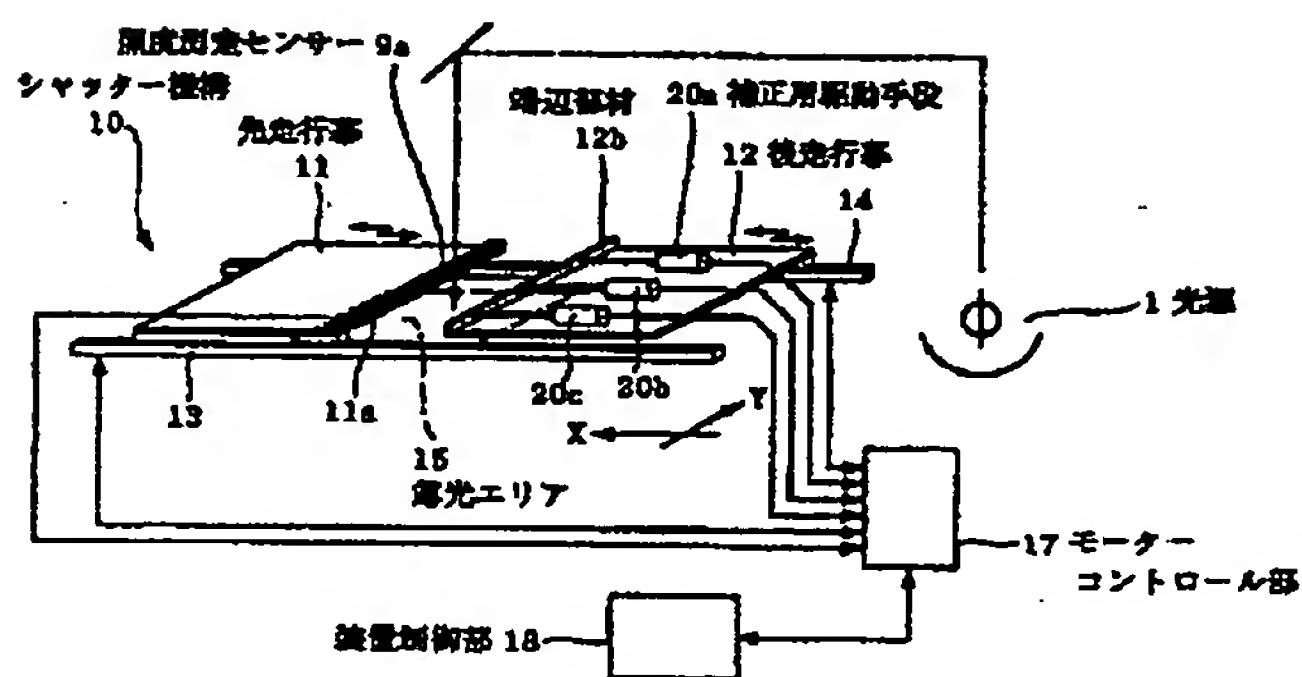
【図7】



【図9】



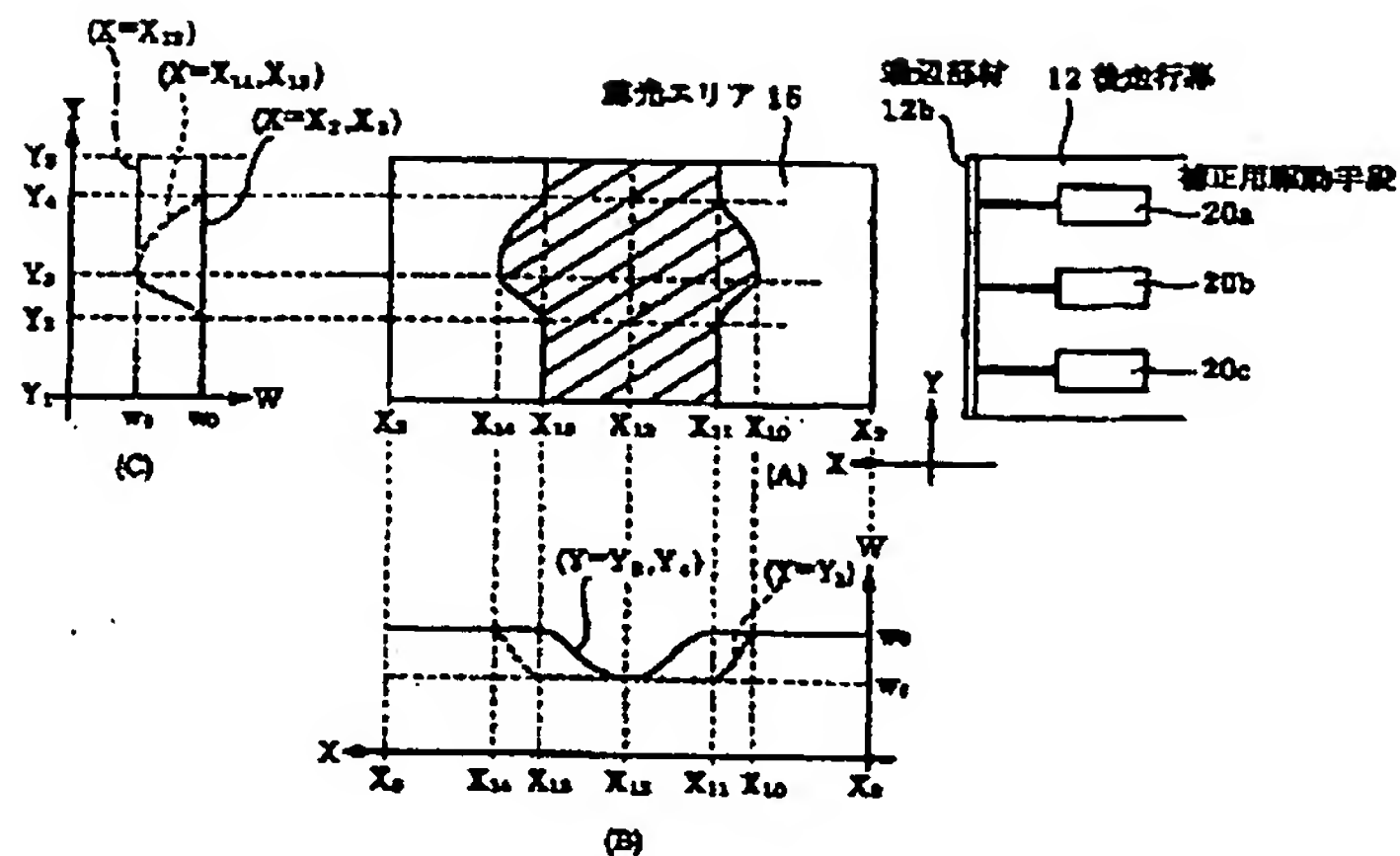
【図8】



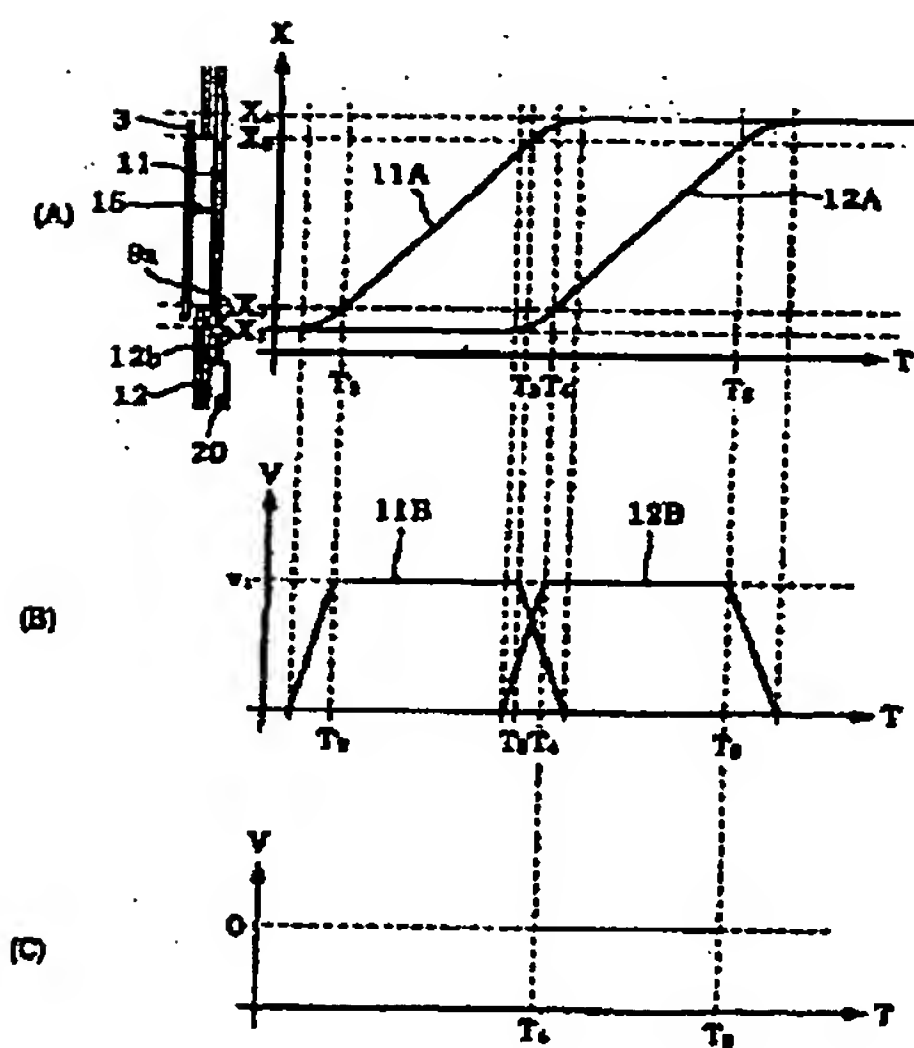


(23) 特開2001-358052(P)

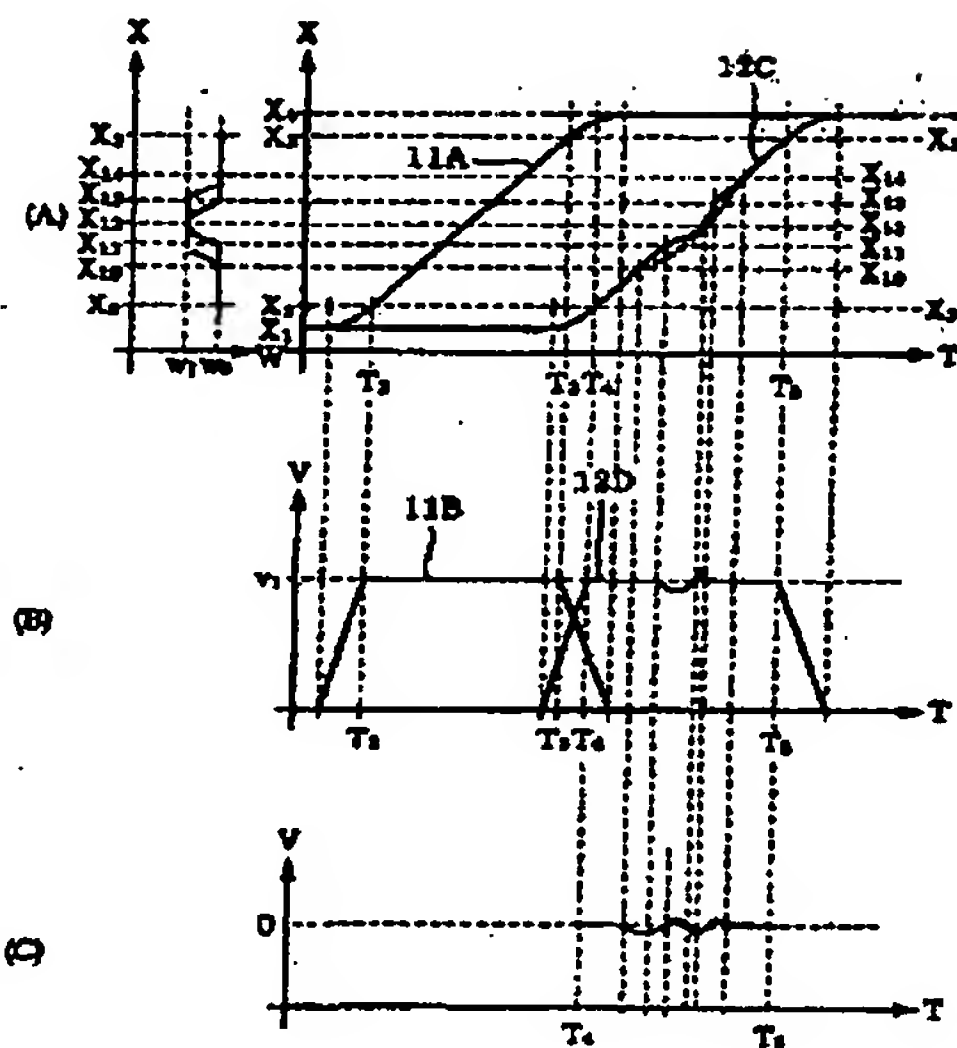
【図10】



【図11】

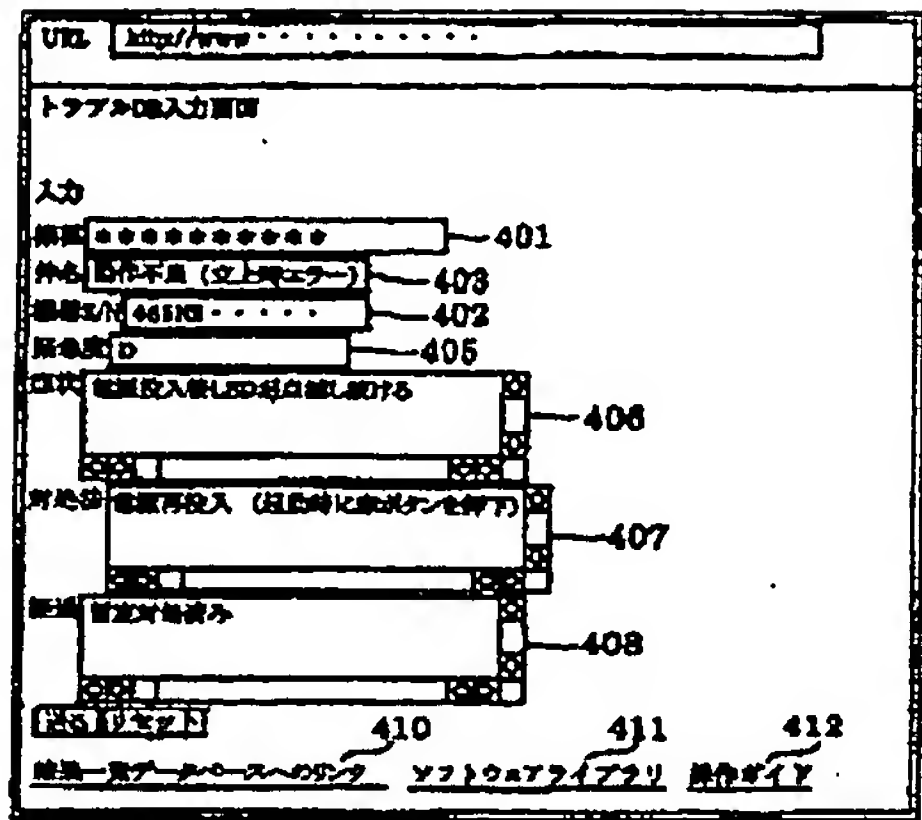


【図12】

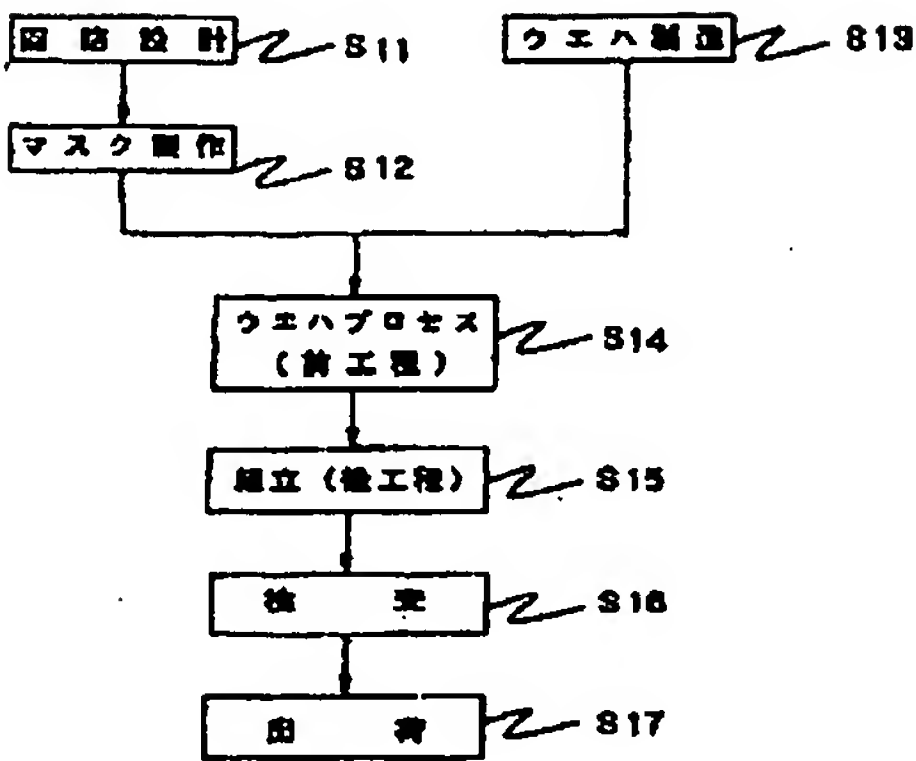


(24) 特開2001-358052(P)

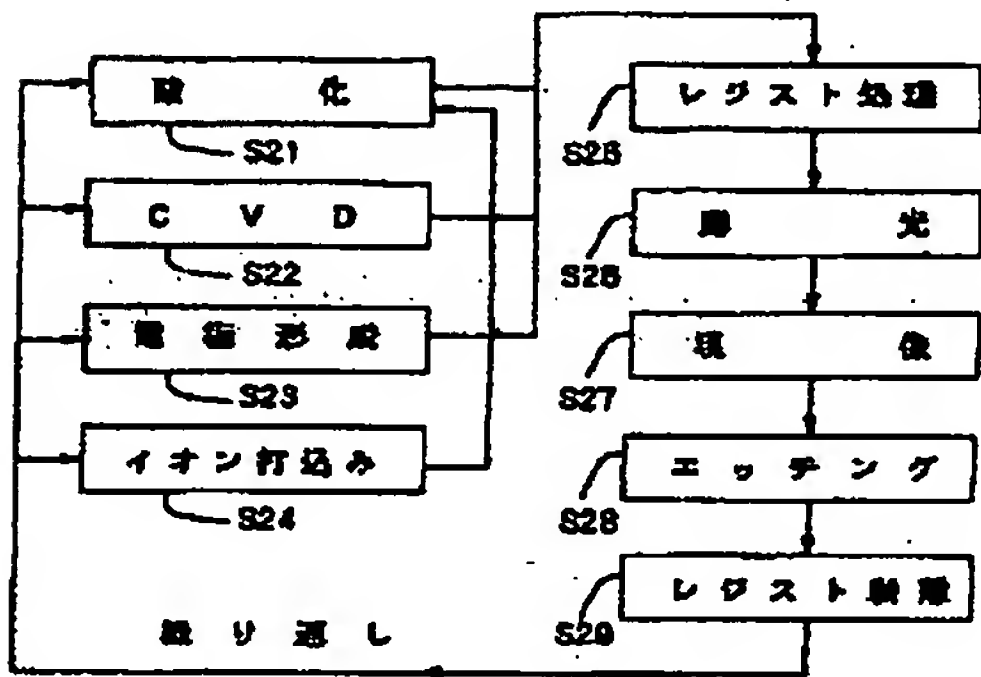
【図15】



【図16】



【図17】





**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**